ISSN 0037 - 850X



BOLETIN de la SOCIEDAD de BIOLOGIA de CONCEPCION

BOL. SOC. BIOL. CONCEPCION, TOMO 70, 1999

BOLETIN DE LA SOCIEDAD DE BIOLOGIA DE CONCEPCION
ISSN 0037 – 850X (Bol. Soc. Biol. Concepción, Chile)

"Publicación biológica, no interrumpida, más antigua de Chile".
Auspiciada por la Universidad de Concepción.

Director responsable: PROF. HUGO I. MOYANO G.
Subdirector: DR. RAMON AHUMADA B.
Representante legal: DR. JUAN CARLOS ORTIZ Z.

Propietario del Boletín: Sociedad de Biología de Concepción.
Domicilio legal: Barrio Universitario, Casilla 4006, Correo 3, Concepción–Chile.

Toda correspondencia y órdenes de suscripción deben dirigirse a: Sociedad de Biología de Concepción, Casilla 4006, Correo 3, Concepción, Chile.

Correspondence and suscription orders should be addressed to: Sociedad de Biología de Concepción, Casilla 4006, Correo 3, Concepción, Chile.

Price per volume: US$ 25.0, air mail delivery included.

BOLETIN

DE LA

SOCIEDAD DE

BIOLOGIA

DE

CONCEPCION

TOMO 70

CONCEPCION

1999

**BOLETIN DE LA SOCIEDAD DE BIOLOGIA
DE CONCEPCION - (CHILE)
ISSN 0037 - 850X**

Organo oficial de las Sociedades de Biología
y Bioquímica de Concepción

Publicación auspiciada por la Universidad de Concepción

TOMO 70 AÑO 1999

CONTENIDO

Bol. Soc. Biol. Concepción, Chile. Tomo 70, 1999, pp. 7-9, 1999

FIRST RECORD OF *THALAMITA* SP. (DECAPODA, BRACHYURA, PORTUNIDAE) IN SALAS Y GOMEZ ISLAND

Primer registro de *Thalamita* sp. (Decapoda, Brachyura, Portunidae) en la Isla Salas y Gómez

MARCO A. RETAMAL R.*

ABSTRACT

This paper reports on the occurence of *Thalamita* sp identified in intertidal samples collected in Salas and Gómez island (25º 27'Lat.S,105º21'Long. W) during the cruise P.O.I.(Integrated Oceanic - Policy Program) of Chile's Navy.

KEYWORDS: Brachyura. *Thalamita* sp. Oceanica. Chile.

RESUMEN

Se identifica *Thalamita* sp. (Portunidae) en recolecciones intermareales obtenidas en la Isla Salas y Gómez (25º 27' Lat. S; 105º 21' Long. W). Es el primer registro de la familia en esta posesión chilena.

INTRODUCCION

The Portunidae family is well represented in tropical environments, and comprehensive studies carried out in Australian waters are available (Stephenson and Hudson, 1957).

The occurrence of Portunidae in the Indian Ocean and Pacific Ocean waters is ecologically significant due to the high variety of niches it occupies and also due to the high specific diversity found.

Off continental Chile, Portunidae shows a variety of species, some of which are permanently recorded and others occur occasionally in association with El Niño, only in the Northern area, while in the oceanic environment the family has been recorded both in the Juan Fernández archipielago and Easter Island.

*Oceanography, Universidad de Concepción. marretam @udec.cl

Identification of the genus *Thalamita* is quite difficult because of the high biodiversity, the richness of its distribution, the lack of valid taxonomic characters, and the similarity due to the evolutive features shown by adults of many small species as compared to the juveniles of larger species.

The identification has regularly been made by means of an analysis of general morphological features, the relation of morphometric type, the shape of the first pair of pleopods in males, or the structure of the basal segment of the antennae.

MATERIAL EXAMINED

During the 1995 trip for the Programa Oceanopolítico Integrado (Integrated Oceanic-Policy Program) driven by the Chilean Navy to the Chile's oceanic islands –Juan Fernández, Salas y Gómez and Eastern island– hand collections of decapod crustaceans were carried out in the upper intertidal zone.

In the material collected in Salas y Gómez island one specimen belonging to the Portunidae family was identified. The specimen was a female lacking some pereiopods. This specimens will be deposited and available at the Carcinological collection of the U. de C.

RESULTS

The collected specimen proved to belong to the genus *Thalamita,* this being the first record of Portunidae in Salas y Gómez Island.

It seems relevant to discuss some of the features already described by Stephenson and Hudson (1957), considering the scarcity of data available concerning *Thalamita* which is characterized by a hexagonal cephalothorax which is much wider than long; the front orbital edge is quite wide; the anterolateral margins are normally subparallel or slightly divergent in their front portion. The posterolateral angles are curved; the front is divided in 2, 4 or 6 rounded or subsquare lobules, not including the inner orbital lobules, and the upper orbital margin shows two fissures.

The anterolateral teeth are generally five in number, the fourth tooth being very small and also so rudimentary that it is very difficult to see, or it simply does not exist. In some few species there exist just three anterolateral teeth, while in others the first tooth carries a very small tooth.

The cephalothorax shows several ridges. The largest one is the epibranchial which run between the last anterolateral tooth on one side, and the accompanying tooth on the other side. They are interrupted by the cervical ridge. Anterior to the epibranchial, from backwards, the following ridges are found: one frontal pair, which is normally rounded; one very separated protogastric pair; and one mesogastric pair, occasionally having a middle -point link. Posterior to the epibranchial ridges a central or cardiac ridge or series of cardiac ridges can be found. Externally to the cardiac ridge, there exist one or two mesobranchial ridges.

In the basal antenna joint there is a very wide and long apical lobule which is in contact with the orbital tooth along its full length. The length of the basal antennal joint, in relation to the width of the orbits, varies for the same species, and it is relatively longer in the largest specimens. For this reason, this feature is not valid for the specific identification. The joint of the basal segment of the antenna is largely ornamented with carinae, granules or spines which are really valid for the identification of the species of *Thalamita*.

The chelipeds are strong; the front edge of meropodits shows three strong spines; the carpopodite shows a long spine on the inner margin. Both the upper part and the lower part of this spine are connected to a groove which is the inner spine. For the propodus, it is possible to distinguish four surfaces: upper, outer, inner and lower. The upper surface normally carries two spines which lead into a carina; the outer is similar and shows a large proximal spine located near the joint with the carpus. The outer surface of the propoditus usually has carinae which are prominent near the non - mobile finger.

On the inner surface of chelipods there may be a group of carinae, just on the propodite, while the non –mobile finger is grooved. The lower surface is usually soft and may show scaled marks. Both the non– mobile and the mobile fingers have strong teeth.The fifth pair of pereiopods exhibits all its segments strongly flattened; the posterior edge of the meropodite has a strong spine and the posterior edge of the propodite generally has a row of small spines. The male's abdomen exhibits fused segments from 3rd to 5th. The shape of the one before the last segment and the last segment are useful for the diagnosis of the species. The first pair of pleopods, in male, is tubular, representing a valid criterion for the identification of the species (Stephenson 1945); the second pair is bifid.

DISCUSSION

According to Retamal (1981), Portunidae has been registered and represented in Chilean waters by the following species: *Callinectes toxotes, Nectocarcinus bullatus and Ovalipes trimaculatus* in Juan Fernández (Balss, 1922; Andrade, 1985); *Portunus pubescens* and *Thalamita* sp. (Garth, 1973) in Easter Island; *Euphylax dowi, Ovalipes trimaculatus, Callinectes toxotes; Callinectes arcuatus and Portunus asper* off continental Chile. (Retamal *op.cit*).

The female of *Thalamita* identified in Salas y Gómez island is the first record of Portunidae in this area. Its identification was specially difficult since the most important publications on the taxonomy of this genus use the male's plepods which are considered a valid character at a specific level but the specimen mentioned here was a female. The most important reviews of this character are

by Stephenson (1945), Edmonson (1954), and to Stephenson and Hudson (1957). The latter consider the use of the shape and pilosity of the ends of the pleopods, in males, as a safer criterion for identification.

Due to the evolutive processes, the adults of small species show some similar features to those of the juveniles of the largest species. According to Stephenson and Hudson (1957), the genus *Thalamita* exhibits two lines of evolution. The largest species have been the ancestral types from which the smaller species have developed by precocius attainment of maturity, while the smaller species have been the ancestral types from which larger species have been a later development. The smaller species, like the majority of Brachyura, are crevice dwellers, and apparently live in only sligthly modified habitats. The larger species include the more active swimmers and burrowers which are more emancipated from the " basic crab habitat" and are thus likely to be a later evolutionary development.

BIBIOGRAFIA

Andrade, H. 1985. Crustáceos Decápodos marinos del Archipiélago de Juan Fernández. *In* P. Arana (Editor) Investigaciones Marinas en el Archipiélago de Juan Fernández: 109-116.

Balss, H. 1922. Decapoden von Juan Fernández. *In* C. Skottberg, Editor" The Natural History of Juan Fernández and Easter Island". Uppsala 3: 329-340.

Garth, J. 1973. The Brachyuran crabs of Easter Island. Procc. Calif. Acad. Sciences. 33 (17): 311-336.

Edmonson, C. H. 1954. Hawaiian Portunidae. Occ. Pap. Bishop Mus. Honolulu 21 (129): 217-274.

Retamal, M. 1981. Los Decápodos Chilenos. *Gayana Zool.* 44:1 -110.

Retamal, M. 1999. Decápodos de Chile. CD-Rom. Springer Verlag, ETI, U. de C.

Stephensen, K. 1945. The Brachyura of the Iranian Gulf (with appendix). The male pleopods of the Brachyura. Dan. Sci. Invest. Iran. 4: 57-37.

Stephensen, W. y J. Hudson. 1957. The Australian Portunids (Crustacea - Portunidae) I. The genus *Thalamita*. Australian Journal of Marine and Freshwater Research. Volumen 8 (3): 312-368.

Bol. Soc. Biol. Concepción, Chile. Tomo 70, 1999, pp. 11-20, 1999

VARIABILIDAD FENOTIPICA DE CAMADAS DE *ABROTHRIX OLIVACEUS BRACHIOTIS* SILVESTRES Y MUTANTES

Phenotypic variation in litters of *Abrothrix olivaceus brachiotis* in wild and color-coat mutation matings

LUZ A. GONZALEZ[1], E. BUSTOS[1] Y C. JOFRE[1]

RESUMEN

Se detectó una mutación del color del pelaje en una población de *Abrothrix olivaceus brachiotis*, la cual consiste en la ausencia de pigmentación en el extremo distal de la cola, con una herencia autosómica recesiva. Esta mutación podría ser un importante marcador genético en estudios de poblaciones. Con este propósito, se estudió un componente de la adecuación biológica, la fecundidad. Para alcanzar este objetivo, se determinó el tamaño de la camada y algunas otras variables reproductivas y también variables corporales relacionadas con la variación fenotípica de la camada de esta especie. Ciento quince camadas de apareamientos entre individuos silvestres, mutantes y silvestres por mutantes fueron monitoreadas. No se encontraron diferencias entre el tamaño de la camada de las hembras de los diferentes fenotipos. Las otras variables reproductivas y corporales mostraron altos valores para camadas e individuos provenientes de hembras mutantes. Los individuos mutantes mostraron diferencias significativas para todas las variables corporales. Esto puede obedecer a un posible efecto de un gen pleiotrópico o a una no segregación de genes ligados.

ABSTRACT

A color coat-mutation was detected in a population of *Abrothrix olivaceus brachiotis*. It consists in the absence of pigmentation in the tip of the tail, with an autosomal recessive inheritance. This mutation could be an important genetic marker in population studies. For this purpose, we studied a component of fitness, the fecundity. In order to account this objective , it was study the litter size and some other reproductive variables and also corporal variables related with the phenotypic variation of the litter in this species. One hundred and fifteen litters from matings between wilds, mutants and wild by mutant individuals were monitored. No differences were found between litter size of females of different phenotypes. But other reproductive and corporal variables showed significant differences values for litters and individuals provenient from mutant females. Mutant individuals showed higher values for all corporal variables. This could obey to possible pleiotropic effect of the gene or the non segregation of ligated genes.

KEYWORDS: Rodentia. Muridae. *Abrothrix*. Coat-mutation. Fecundity. Litter size.

INTRODUCCION

Durante el curso de investigaciones sobre la dinámica poblacional en *Abrothrix olivaceus brachiotis* (González *et al.* 1982; Murúa y González, 1985; Murúa *et al.* 1986; Murúa *et al.*, 1987) fue descubierta una mutación de pelaje consistente en la ausencia de pigmentación en el extremo distal de la cola. La mutación modifica la cola negra normal a una cola con la porción distal blanca. Microscópicamente, hay una reducción importante en la cantidad de eumelanina. También aparece una reducción de eumelanina en el pelaje en la zona ventral de los animales.

[1]Instituto de Ecología y Evolución, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile, Casilla 567, Valdivia, Chile.

En distintas especies de roedores se han descubierto mutaciones que modifican el pelaje, como en la rata (Searle, 1968), en *Peromyscus maniculatus* “Ashy deer” (Teed *et al.*, 1990), en el hamster sirio *Mesocricetus auratus* (Robinson, 1976) y en el cobayo (Whiteway y Robinson, 1989). Además, en el caso particular de *Microtus californicus,* Lidicker (1963) describe una mutación del color que afecta el pelaje dorsal, condición debida a un alelo recesivo, con dos efectos pleiotrópicos, relacionados con el rendimiento reproductivo. Hembras mutantes exhiben camadas más pequeñas y una reducción de hembras supuestamente heterocigotas a partir de madres homocigotas de tipo silvestre. También, Semeonoff (1982), en *Microtus* describió dos mutantes de color de pelaje, negro y una variante de gris, ambos homocigotos recesivos. Similarmente en *Peromyscus,* Teed *et al.* (1990) detectaron una mutación cenicienta heredada en forma autosómica recesiva. Referente a esta mutación que modifica el pelaje en *A. olivaceus brachiotis*, González (datos no publicados), señala que ésta se heredaría en forma autosómica recesiva con expresividad variable, de acuerdo a resultados preliminares.

A. olivaceus brachiotis es un roedor múrido que habita los bosques templados del sur, entre el paralelo 38°LS y 42°LS, en sectores boscosos al igual que espacios de matorral-pradera (Murúa y González, 1979; Lopetegui, 1980). Es importante señalar que *Abrothrix* juega un importante papel ecológico social, ya que por su calidad de omnívoro destruye invertebrados perjudiciales a los intereses del hombre (Mann, 1978). Sin embargo, constituye una especie reservorio de enfermedades transmisibles a los animales domésticos y al hombre, siendo descritos para la especie importantes agentes etiológicos (Murúa, 1984). Se le reconoce como portador pasivo de Hantavirus (Murúa,1998). Presenta un ciclo multianual de densidad, de longitud variable de años (Murúa y González, 1985). Fernández (1987) afirma que en *A. olivaceus brachiotis*, la reproducción de las hembras comienza antes de los dos meses de edad, observándose que las hembras más jóvenes tienen una mayor fecundidad (en el intervalo de 2 a 3 meses de edad), esta fecundidad disminuye a medida que aumenta la edad, con un tamaño de 4,8 crías por hembra.

La importancia de esta mutación como posible marcador genético en estudios de poblaciones nos lleva a estudiar un componente de la adecuación biológica de esta especie, la fecundidad. Con este propósito, se plantea analizar la variabilidad fenotípica en el tamaño y otras variables de la camada de *Abrothrix olivaceus brachiotis* silvestres y mutantes.

MATERIAL Y METODOS

Se trabajó con animales de *A. olivaceus*, de una colonia establecida en bioterio a partir de individuos traídos de la Reserva Experimental del Bosque San Martín, localizado a 74 Km. de la ciudad de Valdivia. Los animales se mantuvieron en jaulas de 30 x 14.5 cm., con un ciclo luminoso de 18:6 horas (luz-oscuridad) y una temperatura de 20°C ± 2°C. La alimentación consistió de pellet, germen de trigo, semillas de maravilla y agua ad libitum.

Los individuos fueron marcados por amputación de las falanges, pesados a 0.1 gr. de precisión, medidas sus longitudes corporales (total y de la cola). También se determinó su condición reproductiva; considerándose a los machos como reproductivos por la presencia de testículos escrotales, las hembras fueron consideradas como reproductivas al presentar vagina perforada, por la presencia de mamas lactogénicas y/o por signos de preñez (Murúa y González, 1985).

Para el estudio, se denominaron fenotipo silvestre a los individuos que presentaron coloración homogénea y fenotipo mutante a aquellos que presentaron el extremo distal de la cola despigmentada. Se realizaron cruzamientos: *tipo 1* = ♀ silvestre por ♂silvestre (+ x +), *tipo 2* = ♀ mutante por ♂mutante (cp x cp), *tipo 3* = ♀ mutante por ♂silvestre (cp x +) y *tipo 4* = ♂silvestre por ♂mutante (+ x cp). Además, entre los individuos silvestres, se consideraron aquellos cruzamientos que por su descendencia, eran supuestamente heterocigotos, obteniéndose un quinto tipo de cruzamiento ♀ heterocigota por ♂ heterocigoto (+cp x +cp) = *tipo 5*. Se controlaron los animales semanalmente hasta la octava semana. En el estudio de la camada se consideraron las siguientes 15 variables: tamaño, peso, promedio de longitud total, promedio de longitud de la cola, proporción de sexos, todas estas variables al nacimiento y a la octava semana, tasa promedio de incremento de peso a la primera semana, tasa promedio de incremento de peso, peso y longitud de la madre al parto, peso de la madre al destete. Además, se estudiaron los individuos de las progenies considerándose las siguientes variables: peso, longitudes corporales (total y de cola), al nacimiento, destete y octava semana, tasa promedio de incremento de peso, tasa de incremento de peso en la primera semana y peso de la madre al parto.

RESULTADOS

La mutación del pelaje, que fue detectada en *A. olivaceus brachiotis* modifica la cola negra uniforme normal a una cola con el extremo distal blanco (Fig.1a). Los genes mutantes muestran una expresividad variable, con rangos que fluctúan desde una sección blanca de uno o dos milímetros hasta más de un centímetro, en el total de animales de la progenie estudiados, que presentan el fenotipo mutante (Fig. 1b).



FIGURA 1. a) Mutación de pelaje en *Abrothrix olivaceus brachiotis.*



FIGURA 1.b) Expresividad variable del gen mutante.

Se obtuvo un total de 115 camadas, cuyo desarrollo se siguió hasta los dos meses de edad. Al cruzar individuos silvestres por silvestres, se obtuvo una progenie en que el 100% de los individuos fue de fenotipo silvestre, lo que coincide plenamente con lo esperado (Tabla 1). Asimismo, en las cruzas entre mutantes se obtuvo un 100% de animales mutantes en la progenie. En cruzas de hembras mutantes por machos silvestres la proporción de la descendencia corresponde a lo esperado (x^2=3.52, g.l=1, P<0.05). En los individuos silvestres provenientes de este cruzamiento no existió diferencia en la proporción sexual (x^2=0.89, g.l=1, N.S); tampoco la hubo para los animales de fenotipo mutante (x^2=0.24, g.l=1, N.S). Sin embargo, se observó que el número de machos mutantes era significativamente menor que el de machos silvestres (x^2=4.08, g.l=1, P<0.05). En cruzas entre hembras silvestres por machos mutantes, se encontró una proporción de 1:1 (x^2=0.94, g.l=1, N.S). Los animales silvestres procedentes de este tipo de cruzamiento, no mostraron diferencias por sexos (x^2=0.42, g.l=1, N.S); como tampoco los mutantes (x^2=2.13, g.l=1, N.S). Tampoco hubo diferencias en número de machos mutantes y silvestres (x^2=0.96, g.l=1, N.S). Llama la atención la gran diferencia encontrada en relación con la proporción esperada (x^2=17.96, g.l=2, P<0.001), en cruzas entre individuos heterocigotos por heterocigotos.

TABLA 1. Número de mutantes y silvestres, por sexos, para cada tipo de cruzamientos.

CRUZAMIENTO	Progenie						
	Silvestres			Mutantes			
Tipo ♀ ♂	N	♀	♂	♀	♂	Total	
silvestre * silvestre (1)	30	63	49	0	0	112	
mutante * mutante (2)	26	0	0	46	56	102	
mutante * silvestre (3)	22	24	31	20	17	92	*
silvestre * mutante (4)	17	20	18	19	11	68	**
heterocigoto * heterocigoto (5)	20	22	19	16	19	76	***

*(x^2= 3.52, P<0.05)
**(x^2= 0.94, N.S.)
***(x^2=17.96, P<0.01)

TABLA 2. Valores ($\bar{x}$ y DE) de las variables de las camadas de *Abrothrix olivaceus* de los distintos tipos de cruzamientos.

	FENOTIPO DE LOS PADRES						GENOTIPO			
	+ x +		cp x cp		cp x +		+ x cp		+cp x +cp	
	$\bar{x}$	± DE	$\bar{x}$	± DE	$\bar{x}$	± DE	$\bar{x}$	± DE	$\bar{x}$	± DE
Tamaño camada (nacimiento) (N)	3.60	1.10	3.92	1.06	3.86	1.20	4.00	1.41	3.95	1.09
Tamaño camada (8ava semana)	2.96	1.24	3.08	1.32	3.27	1.20	3.29	1.53	3.60	1.23
Proporción sexos (nacimiento)	0.41	0.27	0.52	0.22	0.52	0.25	0.44	0.25	0.48	0.24
Proporción sexos (8ava semana)	0.43	0.32	0.51	0.26	0.50	0.28	0.44	0.29	0.47	0.27
Peso (nacimiento) (gr)	9.27	2.92	9.87	2.79	10.36	3.84	10.76	3.90	10.33	2.75
Peso (8ava semana) (gr)	65.03	29.24	71.06	33.63	76.14	25.93	75.47	39.72	78.20	27.47
$\bar{x}$ Largo Total (nacimiento) (mm)	50.16	1.15	52.19	3.66	53.81	5.36	51.29	2.93	51.40	3.12
$\bar{x}$ Largo Total (8ava semana (mm)	157.96	4.85	162.11	6.68	163.18	5.17	160.82	5.37	170.00	4.70
$\bar{x}$ Largo Cola (nacimiento) (mm)	15.13	0.82	15.73	1.04	16.00	1.90	15.23	0.90	16.00	1.54
$\bar{x}$ Largo Cola (8ava semana) (mm)	71.93	5.35	75.57	4.22	74.95	3.53	73.24	5.34	74.00	4.24
Tasa incremento 1era semana)	2.02	0.30	2.24	0.37	2.17	0.40	2.01	0.36	2.19	0.52
$\bar{x}$ Tasa incremento	1.40	0.08	1.38	0.06	1.39	0.08	1.35	0.06	1.37	0.06
Peso de la madre (parto) (gr)	29.96	3.79	31.15	6.63	33.00	7.21	29.53	3.56	28.70	3.37
Largo Total Madre (parto) (mm)	165.23	7.78	162.38	4.96	164.72	6.55	164.53	5.00	160.30	8.90
Peso Madre (destete) (gr)	26.86	3.30	29.15	7.64	30.95	6.62	28.94	3.13	27.50	2.81
N	30		26		22		17		20	

En la Tabla 2, se muestran los valores de las medias y desviaciones estandar para las distintas camadas de las 15 variables consideradas, correspondiendo los mayores valores a todas las camadas procedentes de hembras mutantes, (cruzas tipo 2 y 3). Se encontraron diferencias entre los distintos tipos de cruzamientos, en la longitud total al nacimiento y en la longitud total y de la cola a la octava semana (ANOVA, longitud al nacimiento $F=3.826$, $P<0.05$, longitud a octava semana, $F=3.487$, $P<0.05$; longitud de la cola a la octava semana, $F=2.606$, $P<0.05$), siendo estos valores mayores en las camadas procedentes de hembras mutantes. Al establecer comparaciones pareadas entre los distintos tipos de cruzamientos, se encontró diferencias significativas para las camadas ($P<0.05$) sólo en dos variables, la tasa de incremento a la primera semana entre cruzas tipo 1 y 2 ($Z=0.043$) y el promedio del largo total a la octava semana (entre tipo 1 y 3 , $Z=5.3*10^{-4}$), esto es, sólo en cruzamientos en que la hembra es mutante, siendo sus valores mayores que las camadas provenientes de madres silvestres.

El análisis individual se realizó considerando sólo 13 variables con un total de 365 individuos. En la Tabla 3, se entregan los valores de las medias y de las desviaciones estándar. Se observaron diferencias para las variables que dicen relación con los pesos (al nacimiento, destete y octava semana), longitudes corporales (total y de cola), al nacimiento, destete y octava semana, promedio de las tasas de incremento de peso, tasa de incremento de peso a la primera semana, peso de la madre al parto, y peso de la madre al destete. Nuevamente, los mayores valores de pesos, longitudes y tasas de incremento se relacionan con los individuos procedentes de cruzamientos en que la madre es mutante.

El análisis de varianza mostró diferencias entre los individuos provenientes de los distintos tipos de cruzamientos, para 9 de las 13 variables estudiadas. En la Fig. 2 se puede observar que para todas las variables los más altos valores de peso, longitud y tasas de incremento de peso se relacionan con aquellos individuos procedentes de los cruzamientos en que la hembra es mutante (tipo 2=mutante por mutante; tipo 3=mutante por silvestre).

Al efectuar comparaciones por pares con la prueba no paramétrica de Wilcoxon se observó, que el grupo 2 y el grupo 3, presentan las mayores diferencias respecto al resto de los grupos. Al compararse el grupo 2, de individuos de cruzas entre mutantes, con el grupo 1, de individuos de cruzas entre silvestres, se presentan 10 diferencias del total de 13 variables estudiadas. El grupo 3, de los individuos provenientes de cruzamiento mutante por silvestre, también mostraron 10 diferencias significativas del total de 13 variables consideradas.

Nuevamente se reitera, que los individuos procedentes de madres mutantes, presentan diferencias significativas superiores respecto a los individuos

TABLA 3: Valores (x ± DE) de las medidas corporales de los individuos procedentes de diferentes tipos de cruzamientos.

	FENOTIPO DE LOS PADRES								GENOTIPO			
	TOTAL		+ $\bar{x}$ +		cp $\bar{x}$ cp		cp $\bar{x}$ +		+ $\bar{x}$ cp		+cp $\bar{x}$ +cp	
	$\bar{x}$ ±	DE	$\bar{x}$ ±	DE	$\bar{x}$ ±	DE	$\bar{x}$ ±	DE	$\bar{x}$ ±	DE	$\bar{x}$ ±	DE
Peso (nacimiento) (gr)	2.61	0.46	2.51	0.31	2.51	0.38	2.74	0.59	2.75	0.59	2.60	0.35
Peso (destete) (gr)	14.82	3.56	14.19	2.91	15.96	3.65	14.52	3.60	14.73	3.45	14.70	14.03
Peso (8va. Semana) (gr)	22.57	3.28	22.10	3.60	23.14	3.15	23.36	3.00	22.10	3.23	22.13	3.11
Largo Total(nacimiento) (mm)	51.56	3.79	50.10	1.63	52.40	3.70	53.43	5.51	51.25	3.16	50.79	3.19
Largo Total (destete) (mm)	136.87	13.67	132.67	11.78	143.38	11.73	136.88	13.59	136.79	14.70	134.78	14.77
Largo Total (8va.semana) (mm)	161.87	17.34	158.53	5.74	163.00	7.14	167.36	36.71	160.63	4.90	160.16	5.42
Largo Cola (nacimiento)(mm)	15.79	8.16	15.00	1.10	17.53	17.19	15.63	1.86	15.21	0.92	15.39	1.44
Largo Cola (destete) (mm)	60.03	8.61	56.90	7.40	65.39	7.37	60.94	8.37	58.21	9.52	58.37	8.02
Largo Cola (8va.semana) (mm)	74.07	5.02	72.10	5.80	75.86	4.41	75.11	4.20	73.63	4.39	73.82	4.97
$\bar{x}$ Tasa de incremento peso	1.35	.06	1.34	0.06	1.38	0.05	1.35	0.06	1.34	0.07	1.35	0.06
Tasa de incremento (1era sem.)	2.14	0.43	2.01	0.31	2.30	0.44	2.17	0.41	2.05	0.44	2.12	0.53
Peso madre (parto) (gr)	30.66	5.07	30.40	3.65	31.40	6.16	32.81	6.60	29.44	3.34	28.98	3.47
Peso madre (destete) (gr)	28.55	4.68	27.60	4.01	29.63	5.61	30.43	6.10	28.80	2.99	27.57	2.86
N	365		89		80		72		56		68	

+ = silvestre
cp = mutante, cola despigmentada.

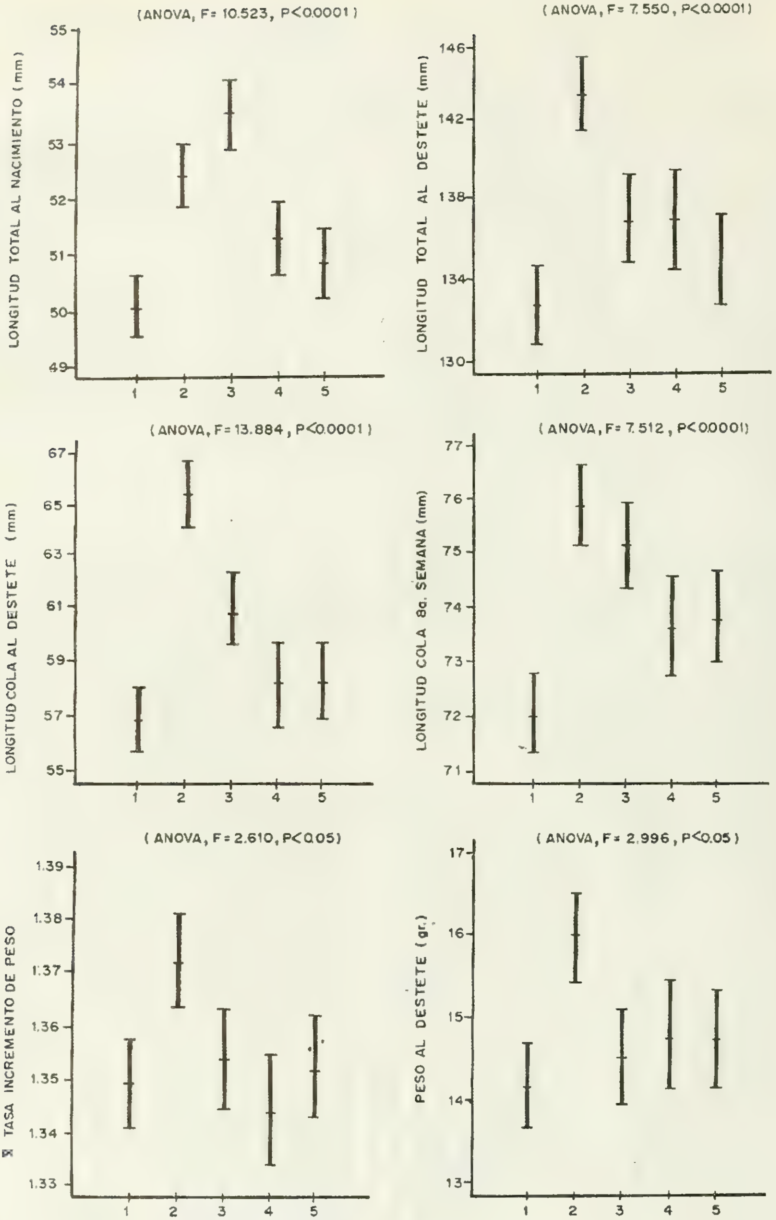
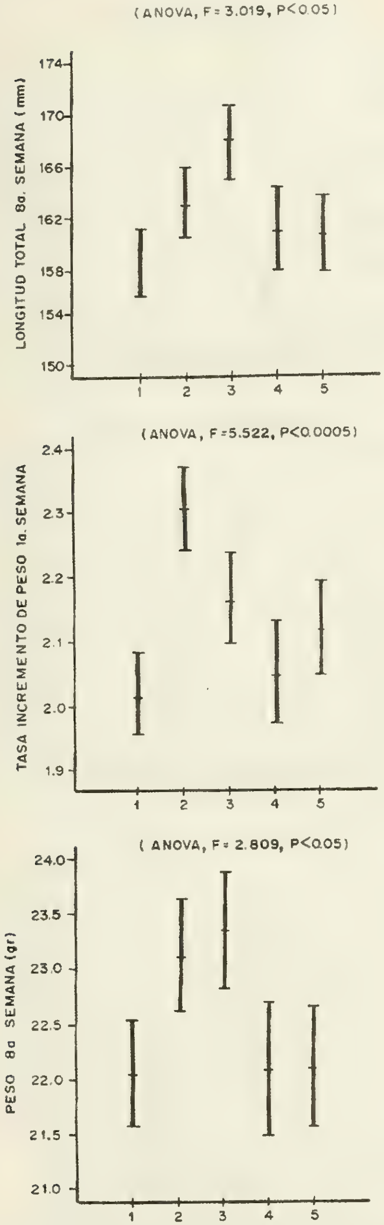


FIGURA 2. Gráficos con valores ($\bar{x} \pm$ D.E) de las variables que muestran diferencias significativas entre los distintos tipos de cruzamientos.



provenientes de cruzamientos en los cuales la madre no es mutante.

Se compararon los individuos de fenotipo mutante y silvestre y nuevamente se encuentran diferencias significativas (ANOVA, Fig. 3). Los mayores valores corresponden a los mutantes, para las siguientes variables: peso, longitud total y de la cola al destete; longitud de la cola a la octava semana y tasa de incremento de peso a la primera semana.

Al comparar por sexos entre los individuos mutantes, se encuentran diferencias de peso y tamaño, que sólo son significativamente mayores para los machos a la octava semana, cuando ya han alcanzado el estado adulto. Las diferencias se observaron para el peso, longitud total y de cola a la octava semana (Fig.4).

DISCUSION

Variaciones en las características de las camadas de mamíferos, tales como el número de crías, tamaño de éstas y proporción de sexos son frecuentemente atribuíbles a diferencias genéticas como resultado de la selección natural sobre el éxito reproductivo (Eisenberg, 1981; Millar, 1977, Williams, 1979) o se relacionan con cualidades de las madres, tales como edad, partos, peso (Myers *et al,* 1985)

No se observaron diferencias significativas entre las diferentes cruzas para la variable tamaño de la camada. *A. olivaceus* presentó un tamaño de camada que fluctuó entre 3.9 a 4 individuos entre los distintos tipos de cruzamientos. Las cifras estarían dentro del límite inferior descrito por Mann (1978), que señala una camada entre 4-6 individuos. Sin embargo, valores superiores fueron descritos en Argentina, por Pearson (1983), con una camada de 5.1 crías por hembra.

Los individuos mutantes y silvestres se mantuvieron en el bioterio en condiciones ambientales idénticas, por lo que no podría relacionarse las condiciones ambientales con la existencia o nó de diferencias significativas encontradas entre los fenotipos.

Los resultados encontrados en este trabajo muestran diferencias significativas en el tamaño, proporción de sexos y otras características propias de la camada. En todas las pruebas estadísticas realizadas, se confirma que todo individuo procedente de un cruzamiento en que la madre es mutante, alcanza

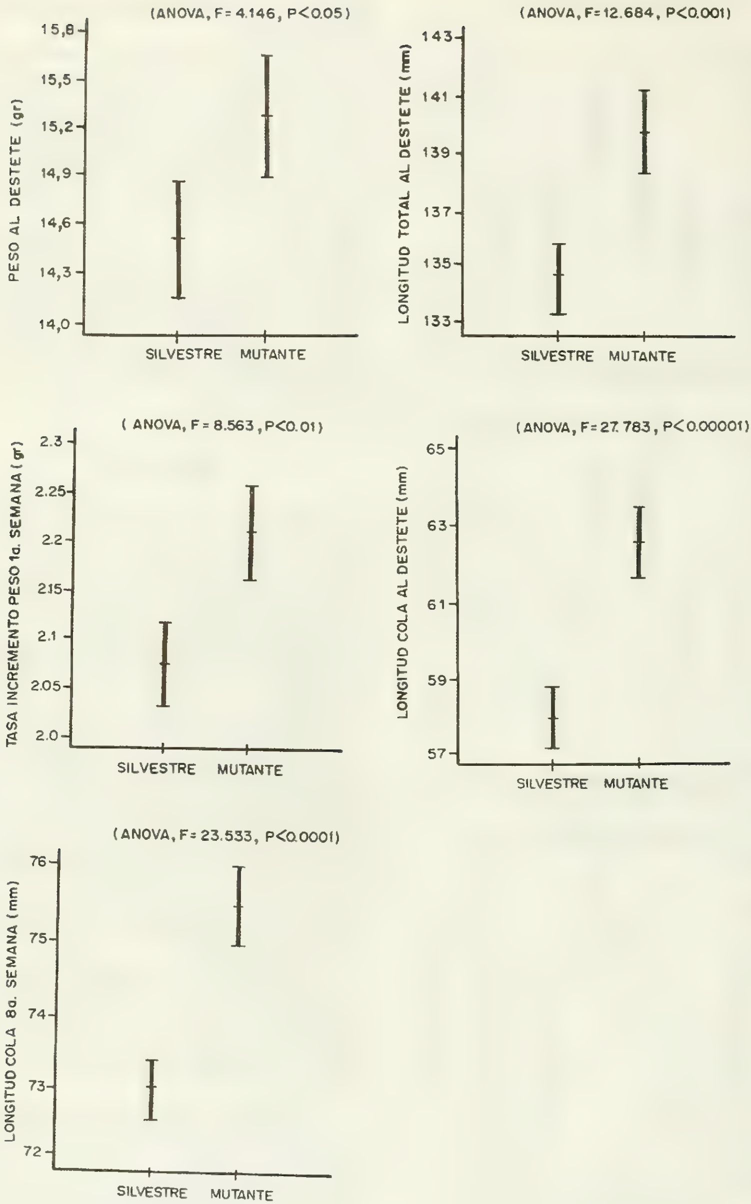


FIGURA 3. Gráficos con valores ($\bar{x}$ ± D.E) de las variables que muestran diferencias significativas entre los individuos silvestres y mutantes agrupados.

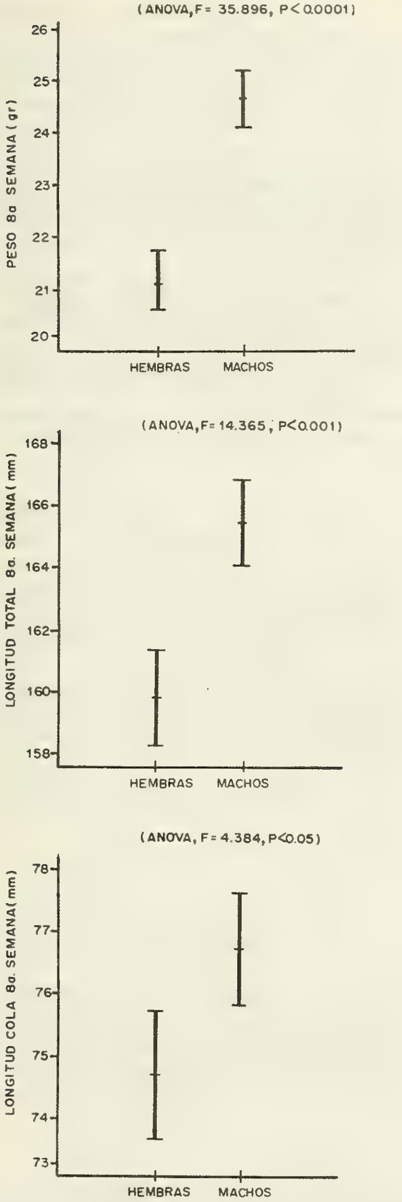


FIGURA 4. Gráficos con los valores ($\bar{x}$ ± D.E) de las variables que muestran diferencias significativas entre machos y hembras mutantes.

valores mayores en las variables corporales que los individuos de fenotipo silvestre. El hecho de que el fenotipo mutante presente algunos valores mayores para ciertas variables corporales, haría pensar en un posible efecto pleiotrópico del gen o también pudiese ser que no se tratara de un sólo gen, sino de genes independientes ligados presentes en el mismo cromosoma. Llama la atención el hecho observado en las cruzas de hembras mutantes por machos silvestres, en que se presenta menor número de machos mutantes. En cambio, Lidicker (1963) encontró en un mutante de pelaje una disminución de las hembras heterocigotas provenientes de madres silvestres y no de los mutantes. Se requiere continuar con este estudio, para lograr pesquizar los factores involucrados en la alteración de la proporción sexual. La expresividad variable que presenta este gen hace suponer la presencia de genes modificadores que pudiesen amplificar el tamaño de la mancha blanca en la cola.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el financiamiento que ha permitido realizar el estudio al Fondo Nacional de Ciencias de Chile (FONDECYT) a través del Proyecto No.92-187 y a la Dirección de Investigación de la Universidad Austral de Chile, Proyecto S-93-20 y S-97-31. Se agradece la ayuda en el bioterio a la Sra. Nilde Barría.

BIBLIOGRAFIA

Eisemberg, J. F. 1981. The Mammalian radiations. Univ.Chicago Press, Chicago, 610 pp.

Fernández, S. 1987. Determinación de algunas variables demográficas en relación con la edad de las hembras, en dos especies de roedores cricétidos del Sur de Chile. Tesis, Licenciado en Medicina Veterinaria. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia.26 pp.

González, L., R. Murúa y R. Feito. 1982. Densidad poblacional y padrones de actividad espacial de *Akodon olivaceus* (Rodentia, Cricetidae) en habitat diferentes. Zoología Neotropical (Ed. by Salinas). Actas VII Congreso Latinoamericano de Zoología. Mérida, Venezuela. 935-947.

Lidicker, W. Z. 1963. The Genetics of a naturally ocurring coat-color mutation in the California vole. Evolution, 17(3), 340-346.

Lopetegui, O. 1980. Dinámica poblacional y utilización del habitat de *Akodon olivaceus brachiotis, Oryzomys longicaudatus philippi* y *Akodon longipilis apta* (Cricetidae) en la pluviselva valdiviana. Tesis, Licenciado en Ciencias. Facultad de Ciencias; Universidad Austral de Chile. Valdivia. 61 pp.

Mann, G.1978. Los pequeños mamíferos de Chile. Gayana Zoología 40:123-144, 1978.

Millar, J.S. 1977. Adaptative features of mammalian reproduction. Evolution 31: 370-386.

Murúa, R. 1984 Dinámica de la población de tres especies de roedores silvestres (*Akodon olivaceus, Akodon longipilis, Oryzomys longicaudatus*: Cricetidae) y su importancia en la transmisión de enfermedades. Archivos de Medicina Veterinaria. Resúmenes de Trabajos del V Congreso de Medicicina Veterinaria, Valdivia. Número extraordinario, 4 - 139.

Murúa, R. 1998. Ecología de los reservorios silvestres del Hanta virus en Chile. Revista Chilena de Infectología, 15(2): 79-83.

Murúa, R. y L.A.González 1979. Distribución de roedores silvestres con relación a las características del hábitat. Anales Museo Historia Natural, 12: 69-74.

Murúa, R. y L.A. González. 1985. A cycling population of *A. olivaceus* (Cricetidae) in a temperate rainforest in Chile. Acta Zoológica Fennica 173:77-79.

Murúa, R., L.A. González y P.L. Meserve 1986. Population ecology of *Oryzomys longicaudatus philippi* (Rodentia, Cricetidae) in southern Chile. Journal of Animal Ecology, 55: 281-293.

Murúa, R., P.L.Meserve, L.A., González y C. Jofré. 1987. The small mammal community of a Chilean temperate rain forest: lack of evidence of competition between dominant species. Journal of Mammalogy, 68 (4):729- 738.

Myers, P., L.L. Master y R.A. Garret.1985. Ambient temperature and rainfall: an effect on sex ratio and litter size in deer mice. Journal of Mammalogy, 66(2): 289-298.

Pearson, O.P. 1983. Characteristics of a mammalian fauna from forest in Patagonia, southern Argentina. Journal of Mammalogy, 64(3): 476-492.

Robinson, R. 1976 Genetics studies of the syriam hamster. X. Rex. Heredity, 36(2): 181-184.

Searle, A. G. 1968. An extension series in the mouse. Journal of Heredity, 59: 341-342.

Semeonoff, R. 1982. Two coat colour variants in the praire vole. Journal of Heredity: 48-52.

Teed, S.K., J.P.Crossland y W.D. Dawson. 1990. Coat Color Genetics of *Peromyscus*. I. Ashiness, an age-dependent coat color mutation in the deer mouse. Journal of Heredity 81 (4): 309-313.

Williams, G.C. 1979. The question of adaptative sex ratio in outcrossed vertebrated. Proceedings of Royal Society. London B.205 : 567-580.

Witheway, C. E. y R. Robinson. 1989. Two Recessive Rex Coat Mutants in the Guinea Pig. J.Heredity 80(2): 163-165.

Bol. Soc. Biol. Concepción, Chile. Tomo 70, 1999, pp. 21-35, 1999

FORAMINIFEROS BENTONICOS RECIENTES DE BAHIA CUMBERLAND (33º41' S; 78º50' W), ARCHIPIELAGO DE JUAN FERNANDEZ, CHILE: ASPECTOS ZOOGEOGRAFICOS*

Recent benthic Foraminifera from Cumberland Bay (33º41' S; 78º50' W), Juan Fernández Archipelago, Chile: zoogeographical aspects.

JAIME ZAPATA MADRID**

RESUMEN

Se estudió la foraminiferofauna litoral de Bahía Cumberland (33º41' S; 78º50' W) y se la comparó con la de Chile Continental e Isla de Pascua. Un total de 85 especies fueron identificadas, de las cuales 77 son citadas por primera vez para Chile en esta bahía.

Por el grado de afinidad (35%) de estos foraminíferos con los de la subprovincia Chilena (Zapata & Moyano, 1997), las islas de Juan Fernández son consideradas como una nueva subprovincia de la provincia Peruano-Chilena. Asimismo, la baja afinidad (12-13%) de Isla de Pascua con las zonas anteriormente mencionadas llevan a considerarla como una nueva provincia foraminiferológica del mar chileno.

ABSTRACT

Benthic foraminiferal fauna from the Cumberland Bay's littoral was studied and it was compared with the one from Continental Chile and Easter Island. A total of 85 species were identified, of which 77 are cited for the first time for Chile of this bay.

For the forminifers's degree of affinity (35%) with the ones from the Chilean's subprovince (Zapata & Moyano, 1997), the Juan Fernández islands are considered as a new subprovince of the Chilean-Peruvian province. Likewise, the low affinity (12-13%) of the Easter Island with the areas mentioned before lead us to consider it as a new foraminiferological province of the Chilean sea.

KEWORDS: Benthic Foraminifera. Zoogeography. Cumberland Bay. Juan Fernández Archipelago. Chile.

INTRODUCCION

La primera referencia acerca de los foraminíferos de Bahía Cumberland (Archipiélago de Juan Fernández) fue hecha por Cushman & Wickenden (1929), quienes recolectaron material sedimentológico entre los 18-36 m de profundidad. Dichos autores determinaron la presencia de 42 especies bentónicas y de seis planctónicas. Además, mencionaron que algunas de estas especies de foraminíferos estarían relacionadas con otras del Indopacífico Oriental o de Australia. A su vez, otras tendrían una mayor relación con faunas de aguas más frías como las de la costa Occidental de Norte y Sudamérica. Posteriormente, Zapata & Varela (1976) señalaron para esta bahía la presencia de *Fissurina radiata arcuata* Boltovskoy, 1961. Por último, Zapata & Castillo (1986) encontraron 11 especies de foraminíferos planctónicos, de las cuales tres fueron coincidentes con las mencionadas por Cushman & Wickenden (1929).

*Resultados parciales Proyecto 3225/98 financiado por Dirección de Investigación y Postgrado de la Universidad de Los Lagos-Osorno.

**Departamento de Ciencias Básicas, Universidad de Los Lagos. Casilla 933, Osorno.

Sin embargo, Brady (1884) estudió material recolectado por la campaña oceanográfica del "Challenger" en estaciones (Nº 299: 33º31' S, 73º43' W; Nº 300: 33º42' S, 78º18' W) cercanas al Archipiélago de Juan Fernández. Estas muestras de sedimento se obtuvieron a profundidades sobre los 2000 m, por lo cual estos registros tienen poco en común con el material recolectado para el presente trabajo (máximo de 20 m de profundidad), por tal motivo no serán considerados.

Zoogeográficamente, basándose en los foraminíferos bentónicos, Boltovskoy (1965, 1976) y Boltovskoy & Theyer (1970) reconocieron que Chile Sudamericano pertenece a la provincia Peruano-Chilena y que posee dos subprovincias: Nordchilena y Sudchilena cuyo límite se situaría entre los 39-40º S. Posteriormente, Zapata & Moyano (1997) sugirieron adoptar el siguiente esquema foraminífero-zoogeográfico: 1) Provincia Peruano-Chilena, con las subprovincias Peruana (desde 3-15º S) y Chilena (de los 15-42º S); 2) Provincia Magallánica, al sur de los 42º S. Sin embargo, ninguno de los autores anteriores hizo mención acerca de las situación zoogeográfica de las islas oceánicas: Archipiélago de Juan Fernández, Isla de Pascua y de Sala y Gómez.

Por tanto, las finalidades principales del presente trabajo son: a) Determinar la foraminiferofauna bentónica de Bahía Cumberland; b) Ubicar zoogeográficamente a esta bahía, basándose en los foraminíferos bentónicos encontrados.

MATERIAL Y METODOS

Las muestras sedimentológicas recolectadas en Bahía Cumberland (Fig. 1) y que sirvieron de base para el presente estudio (Tabla I) fueron extraídas por el Sr. Adolfo Morales R. (Técnico en Acuicultura de la Universidad de Los Lagos), en noviembre de 1992, mediante buceo autónomo. El material húmedo, fijado previamente en formalina al 10%, fue tratado según la metodología estándar utilizada para los foraminíferos bentónicos (Boltovskoy, 1965).

Todas las especies fueron enumeradas por orden alfabético de los géneros, empleando el criterio de Loeblich & Tappan (1974) y para los específicos se recurrió a diversos autores (Boltovskoy & Theyer, 1970; Boltovskoy *et al.*, 1980; Hayward *et al.*, 1997, 1999 y otros).

TABLA I. Estaciones, cantidad de sedimento y profundidad de obtención de las muestras en Bahía Cumberland, Chile.

Nº Estación	Cantidad (g)	Profundidad (m)
1	200	3
2	120	5
3	100	8
4	100	10
5	100	12
6	150	15
7	150	18
8	150	20

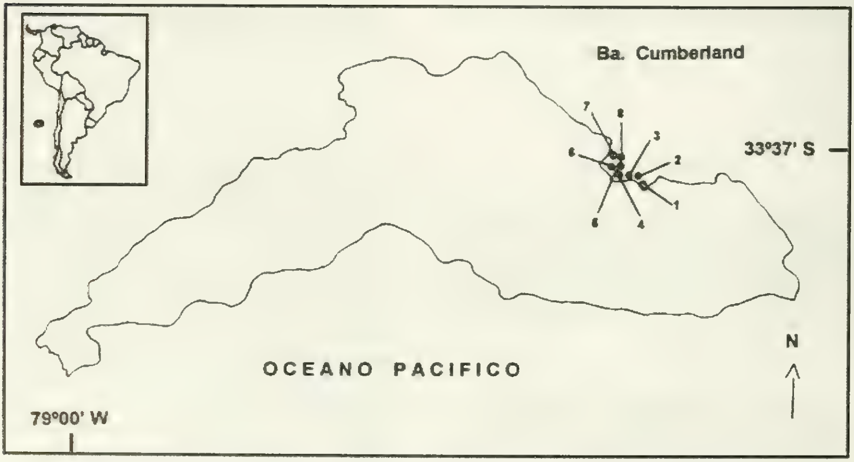


FIGURA 1. Mapa de localización de las estaciones de muestreo en Bahía Cumberland, Archipiélago de Juan Fernández, Chile.

RESULTADOS

Un total de 85 especies fueron determinadas, de éstas: cinco son subespecies y ocho pudieron ser identificadas solamente hasta nivel genérico. Las especies encontradas con un mayor número de ejemplares (más de 25) correspondieron a: *Angulogerina angulosa*, *Cassidulina delicata*, *Cibicides aknerianus*, *Dentalina consobrina emaciata*, *Discorbis peruvianus*, *Lagena acuticosta*, *Marginulina hancocki*, *Miliolinella subrotunda*, *Quinqueloculina seminulum*, *Robulus rotulatus* y *Stomatorbina concentrica* (Tabla II).

En la foraminiferofauna de Bahía Cumberland existe un porcentaje de especies cosmopolitas que se encuentran en diferentes latitudes de América, así como en otros continentes. Tal es el caso de *Cyclogyra involvens*, *Discorbis peruvianus*, *Miliolinella subrotunda*, *Quinqueloculina seminulum*, *Trochammina ochracea* y otras (Boltovskoy & Lena, 1966; Lena, 1967, 1976; Boltovskoy, 1976).

Del total de especies, subespecies y de aquellas dejadas en *nomenclatura aperta* encontradas en el presente trabajo, ocho (*Angulogerina carinata*, *Buliminella elegantissima*, *Cassidulina crassa*, *Cyclogyra involvens*, *Lagena striata*, *Quinqueloculina vulgaris*, *Robulus convergens* y *Tretomphalus bulloides*) resultaron ser comunes con las señaladas con anterioridad para Bahía Cumberland por Cushman & Wickenden (1929). Por lo tanto, el total de especies bentónicas para esta bahía aumenta a 119, de las cuales 77 son citadas por primera vez. Asimismo, de este total de especies, ocho (*Cyclogyra involvens*, *Miliolinella subrotunda*, *Patellina advena*, *Robulus calcar*, *Stomatorbina concentrica*, *Triloculina planciana*, *Triloculina laevigata* y *Tretomphalus bulloides*) resultaron estar presentes en la lista de foraminíferos entregada por DiSalvo *et al.* (1988) para la Isla de Pascua (Tabla III).

Para hacer una comparación foraminiferológica con las islas oceánicas chilenas se recurrió a los trabajos más recientes (Boltovskoy & Theyer, 1970; Zapata *et al.*, 1995; Zapata & Moyano, 1996, 1997) de aguas someras realizados en la subprovincia Chilena (Zapata & Moyano, 1997). En esta subprovincia, los autores anteriormente señalados identificaron 155 especies, de las cuales 47 fueron compartidas con Bahía Cumberland y ocho (*Bolivina*

TABLA II. Distribución cuantitativa (número de ejemplares) y cualitativa (número de especies) de los foraminíferos bentónicos encontrados en las diferentes profundidades (m) muestreadas de Bahía Cumberland, Chile.

ESPECIES / PROFUNDIDADES	3	5	8	10	12	15	18	20
1. *Ammolagena clavata* (Fig. 3)					1	2	1	
2. *Angulogerina angulosa*	7		2	13		4		
3. *Angulogerina carinata*		2					3	
4. *Anomalina vermiculata* (Fig. 4)				4				1
5. *Astacolus planulatus* (Fig. 5)			1			1		
6. *Astrononion tumidum* (Fig. 6)		6		2	6			
7. *Biloculinella irregularis*	1							
8. *Bolivina acerosa pacifica*					5			
9. *Bolivina compacta*	4							
10. *Bolivina seminuda* (Fig. 7)								2
11. *Bolivina striatula*			3	2				
12. *Bulimina marginata* (Fig. 8)	7			1	2			1
13. *Buliminella elegantissima*		10				5		
14. *Cancris inflatus*			7	3			2	
15. *Cassidulina auka*		4						
16. *Cassidulina crassa*	15	9		4	8			
17. *Cassidulina delicata* (Fig. 9)	11	3	2	9	13		1	
18. *Cassidulina minuta*			5					
19. *Cibicides aknerianus*	28	9		13		1	2	5
20. *Cibicides dispars*			4					
21. *Cibicides refulgens*				4		2		
22. *Cibicides variabilis*	15		2		3			
23. *Cyclogyra involvens*		7					3	
24. *Dentalina consobrina emaciata* (Fig. 10)	28			12	2	7		
25. *Discorbis floridanus*		12	4		3			1
26. *Discorbis isabelleanus*			5			3		
27. *Discorbis peruvianus*	14	11		7	3			2

→

Continuación Tabla II

ESPECIES / PROFUNDIDADES	3	5	8	10	12	15	18	20
28. *Discorbis praegeri*			3					
29. *Ehrenbergina hystrix glabra* (Fig. 11)	7	8			3		1	
30. *Eponides tumidulus* (Fig. 12)			6					3
31. *Fissurina formosa var. comata* (Fig. 13)				2				
32. *Fissurina marginata*		3						
33. *Fissurina palliolata* (Fig. 14)						2		
34. *Fissurina radiata arcuata*			2	1				
35. *Fissurina sp.*	3							
36. *Fissurina staphyllearia quadricarinata*						2		
37. *Fissurina subformosa*								3
38. *Frondicularia sp.* (Fig. 15)			4			3		
39. *Guttulina lactea* (Fig. 16)				2				
40. *Guttulina problema*		4			3			
41. *Hoeglundina elegans* (Fig. 17)	5		3				4	
42. *Lagena acuticosta*		8		16				4
43. *Lagena caudata*					2			
44. *Lagena gibbera* (Fig. 18)	3	5						
45. *Lagena lyellii* (Fig. 19)						2		
46. *Lagena orbygniana*	2			1				1
47. *Lagena striata*		3						
48. *Lagena sulcata var. interrupta* (Fig. 20)		1	1					
49. *Marginulina curvata*				2		1		
50. *Marginulina hancocki* (Figs. 21, 22)	19	4			8	3		
51. *Miliolinella subrotunda*	25	4	7		4		52	4
52. *Nodosaria pyrula* (Fig. 23)				3				
53. *Nonionella atlantica*		1	1					
54. *Oolina caudigera* (Fig. 24)					2			
55. *Oolina costata*	3							
56. *Oolina hexagona*	2		4					
57. *Oolina lineata*				2				
58. *Oolina melo*			2		1			
59. *Oolina sp. "A"* (Fig. 25)							2	
60. *Oolina sp. "B"*	2							
61. Oridorsalis *tener* (Fig. 26)							4	
62. *Orthomorphina sp.*			1					
63. *Patellina corrugata*		6			6	2		
64. *Pullenia subcarinata* (Fig. 27)			14					2
65. *Pyrgo depressa*				8	1			
66. *Pyrgo nasuta* (Fig. 28)		2				1		
67. *Quinqueloculina bicostoides* (Fig. 29)			9		13			
68. *Quinqueloculina rhodiensis* (Fig. 30)				10				
69. *Quinqueloculina seminulum*	11	5	8		3	29	2	3
70. *Quinqueloculina vulgaris*			4	8				
71. *Robulus calcar* (Fig. 31)		9				2		
72. *Robulus convergens*								2
73. *Robulus orbicularis* (Fig. 32)		3						
74. *Robulus rotulatus* (Fig. 33)			18		2	7		2
75. *Robulus submamilligerus*	2							
76. *Stomatorbina concentrica* (Fig. 34)			9	22		3		
77. *Tretomphalus bulloides*		14					2	
78. *Triloculina laevigata*			3					
79. *Triloculina planciana*				1	2			
80. *Triloculina trigonula*		8						
81. *Trochammina plana* (Fig. 35)						2		
82. *Uvigerina auberiana* (Fig. 36)				2				
83. *Uvigerina canariensis* (Fig. 37)							3	
84. *Uvigerina hispida* (Fig. 38)		1						
85. *Uvigerina sp.*					1			
Total de ejemplares en cada estación	214	162	134	154	97	82	83	37
Total de especies en cada estación	22	28	28	26	24	20	14	16

TABLA III. Especies determinadas en el presente trabajo (1) y por Cushman & Wickenden (1929). (2) en Bahía Cumberland y especies señaladas por DiSalvo *et al.* (1988) (3) para Isla de Pascua, Chile.

Especies	1	2	3
1. *Ammolagena clavata* (Parker & Jones)	+		
2. *Amphistegina madagascarensis* (Orbigny)			+
3. *Amphistegina radiata fma. tumida* Petri			+
4. *Amphistegina radiata* (Fichtel & Moll) fma. typica			+
5. *Angulogerina angulosa* (Williamson)	+		
6. *Angulogerina carinata* Cushman	+	+	
7. *Anomalina coronata* Brady		+	
8. *Anomalina cf. grosserugosa* (Gümbel)		+	
9. *Anomalina schmitti* Cushman & Wickenden		+	
10. *Anomalina sp.*		+	
11. *Anomalina vermiculata* (Orbigny)	+		
12. *Astacolus planulatus* Galloway & Wissler	+		
13. *Astrononion tumidum* Cushman & Edwards	+		
14. *Biloculinella irregularis* (Orbigny)	+		
15. *Bolivina acerosa pacifica* Cushman & McCulloch	+		
16. *Bolivina compacta* Sidebottom	+		
17. *Bolivina doniezi* Cushman & Wickenden		+	
18. *Bolivina cf. karreriana var. carinata* Millet		+	
19. *Bolivina seminuda* Cushman	+		
20. *Bolivina sp.*			+
21. *Bolivina striatula* Cushman	+		
22. Bolivina subexcavata Cushman & Wickenden		+	
23. *Bolivina tortuosa* Brady			+
24. *Bulimina marginata* Orbigny	+		
25. *Bulimina patagonica* Orbigny		+	
26. *Bulimina patagonica var. glabra* Cushman & Wickenden		+	
27. *Buliminella elegantissima* (Orbigny)	+	+	
28. *Buliminella parallela* Cushman & Parker			+
29. *Cancris inflatus* (Orbigny)	+		
30. *Cancris sagra* (Orbigny)			+
31. *Carterina fulva* Cushman		+	
32. *Cassidulina auka* Boltovskoy & Theyer	+		
33. *Cassidulina crassa* Orbigny	+	+	
34. *Cassidulina delicata* Cushman	+		
35. *Cassidulina minuta* Cushman	+		
36. *Cibicides aknerianus* (Orbigny)	+		
37. *Cibicides dispars* (Orbigny)	+		
38. *Cibicides refulgens* Montfort	+		
39. *Cibicides sp.*		+	
40. *Cibicides variabilis* (Orbigny)	+		
41. *Cyclogyra involvens* (Reuss)	+	+	+
42. *Dentalina consobrina emaciata* Reuss	+		
43. *Discorbis floridanus* Cushman	+		
44. *Discorbis isabelleanus* (Orbigny)	+		
45. *Discorbis mira* Cushman			+
46. *Discorbis peruvianus* (Orbigny)	+		
47. *Discorbis praegeri* Heron-Allen & Earland	+		
48. *Ehrenbergina hystrix glabra* Heron-Allen & Earland	+		
49. *Elphidium articulatum rugulosum* Cushman & Wickenden		+	
50. *Elphidium schmitti* Cushman & Wickenden		+	
51. *Elphidium sp.*		+	
52. *Eponides tumidulus* (Brady)	+		
53. *Fischerina dubia* (Orbigny)		+	
54. *Fischerina helix* Heron-Allen & Earland			+
55. *Fissurina formosa var. comata* Brady	+		
56. *Fissurina marginata* (Walker & Boys)	+		
57. *Fissurina palliolata* (Earland)	+		
58. *Fissurina radiata arcuata* Boltovskoy	+		
59. *Fissurina sp.*	+		
60. *Fissurina staphyllearia quadricarinata* (Sidebottom)	+		

→

Continuación Tabla III

Especies	1	2	3
61. *Fissurina subformosa* Parr	+		
62. *Frondicularia sp.*	+		
63. *Gaudryina triangularis* Cushman		+	
64. *Glabratella patelliformis* (Brady)			+
65. *Guttulina lactea* (Walker & Jacob)	+		
66. *Guttulina problema* Orbigny	+		
67. *Hauerina ornatissima* (Karrer)			+
68. *Heterostegina suborbicularis* Orbigny			+
69. *Hoeglundina elegans* (Orbigny)	+		
70. *Lagena acuticosta* Reuss	+		
71. *Lagena caudata* (Orbigny)	+		
72. *Lagena gibbera* Buchner	+		
73. *Lagena laevigata* Reuss		+	
74. *Lagena lyellii* (Seguenza)	+		
75. *Lagena orbygniana* Seguenza	+		
76. *Lagena sp.*		+	
77. *Lagena striata* (Orbigny)	+	+	
78. *Lagena sulcata var. interrupta* Williamson	+		
79. *Lamarckina ventricosa* (Brady)			+
80. *Loxostomum limbatum* (Brady)			+
81. *Loxostomum cf. mayori* (Cushman)		+	
82. *Marginopora vertebralis* Blainville			+
83. *Marginulina curvata* Schrodt	+		
84. *Marginulina hancocki* Cushman & McCulloch	+		
85. *Marginulina sp.*		+	
86. *Miliolinella subrotunda* (Montagu)	+		+
87. *Miniacina miniacea* Pallas			+
88. *Nodosaria pyrula* Orbigny	+		
89. *Nodosaria substriatula* Cushman		+	
90. *Nonionella atlantica* Cushman	+		
91. *Oolina caudigera* (Wiesner)	+		
92. *Oolina costata* (Williamson)	+		
93. *Oolina hexagona* (Williamson)	+		
94. *Oolina lineata* (Williamson)	+		
95. *Oolina melo* Orbigny	+		
96. *Oolina sp. "A"*	+		
97. *Oolina sp.* "B"	+		
98. *Oridorsalis tener* (Brady)	+		
99. *Orthomorphina sp.*	+		
100. *Patellina advena* Cushman		+	+
101. *Patellina corrugata* Williamson	+		
102. *Peneroplis pertusus fma. arietina* (Batsch)			+
103. *Peneroplis pertusus* (Forskäl) *fma. typica*			+
104. *Planorbulina acervalis* Brady			+
105. *Poroeponides lateralis* (Terquem)			+
106. *Pullenia subcarinata* (Orbigny)	+		
107. *Pyrgo depressa* (Orbigny)	+		
108. *Pyrgo depressa fma. carinata* (Orbigny)			+
109. *Pyrgo nasuta* Cushman	+		
110. *Quinqueloculina bicostoides* Vella	+		
111. *Quinqueloculina durandi* Cushman & Wickenden		+	
112. *Quinqueloculina kerimbatica* (Heron-Allen & Earland)			+
113. *Quinqueloculina laevigata* Orbigny		+	
114. *Quinqueloculina moyenensis* Collins			+
115. *Quinqueloculina punctulata* Orbigny		+	
116. *Quinqueloculina rhodiensis* Parker	+		
117. *Quinqueloculina seminulum* (Linné)	+		
118. *Quinqueloculina sulcata* Orbigny			+
119. *Quinqueloculina vulgaris* Orbigny	+	+	
120. *Reussella spinulosa* (Reuss)			+

→

Continuación Tabla III

Especies	1	2	3
121. *Robulus calcar* (Linné)	+		+
122. *Robulus convergens* (Bornemann)	+	+	
123. *Robulus orbicularis* (Orbigny)	+		
124. *Robulus rotulatus* (Lamarck)	+		
125. *Robulus submamilligerus* (Cushman)	+		
126. *Rotalia beccarii ex gr. parkinsoniana* (Orbigny)			+
127. *Sigmoidella (Sigmoidea) pacifica* Cushman & Ozawa		+	
128. *Sorites marginalis* (Lamarck)			+
129. *Spirillina decorata* Brady			+
130. *Spirillina densepunctata* Cushman			+
131. *Spirillina spinigera* Chapman		+	
132. *Spirillina vivipara* Ehrenberg		+	
133. *Spiroloculina antillarum* Orbigny			+
134. *Spiroloculina caduca* Cushman			+
135. *Spiroloculina cf. subimpressa* Parr			+
136. *Stomatorbina concentrica* (Parker & Jones)	+		+
137. *Textularia agglutinans* Orbigny			+
138. *Tretomphalus bulloides* (Orbigny)	+	+	+
139. *Triloculina crassa* (Orbigny)		+	
140. *Triloculina gracilis* Orbigny		+	
141. *Triloculina laevigata* Orbigny	+		+
142. *Triloculina planciana* Orbigny	+		+
143. *Triloculina rotunda* Orbigny		+	
144. *Triloculina subrotunda* (Montagu)		+	
145. *Triloculina trigonula* (Lamarck)	+		
146. *Trochammina ochracea* (Williamson)			+
147. *Trochammina plana* Egger	+		
148. *Uvigerina auberiana* Orbigny	+		
149. *Uvigerina canariensis* Orbigny	+		
150. *Uvigerina hispida* Schwager	+		
151. *Uvigerina sp.*	+		
152. *Uvigerina virgulinoides* Cushman & Wickenden		+	
153. *Virgulina schreibersiana* Czjzek		+	
154. *Wiesnerella auriculata* (Egger)			+
Total de especies para cada autor	85	42	43
Total de especies para Bahía Cumberland		119	

TABLA IV. Matriz que muestra el grado de afinidad según el índice de Kulczinsky-2 (en %) entre las especies de foraminíferos bentónicos de Bahía Cumberland (*BC*), Isla de Pascua (*IP*) y la subprovincia Chilena (*SPCH*).

Nº De especies	119	43	155
Zonas	BC	IP	SPCH
Bahía Cumberland	–	13	35
Isla de Pascua	8	–	12
Subprovincia Chilena	47	8	–

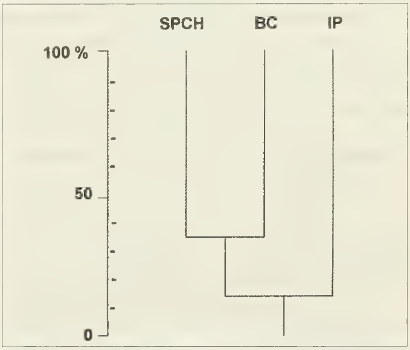


FIGURA 2. Dendrograma que muestra el grado de afinidad entre la subprovincia foraminífero-zoogeográfica Chilena (SPCH), Bahía Cumberland (BC) e Isla de Pascua (IP).

tortuosa, *Cancris sagra*, *Cyclogyra involvens*, *Miliolinella subrotunda*, *Poroeponides lateralis*, *Robulus calcar*, *Spirillina densepunctata* y *Trochammina ochracea*) fueron comunes con las de Isla de Pascua.

En la Tabla IV, al lado izquierdo de la diagonal se encuentra el número de especies comunes entre cada par de áreas y al lado derecho de la diagonal los valores correspondientes al aplicar el índice de Kulczinsky-2 (Monniot, 1979; Moyano, 1983). Estos últimos valores posteriormente fueron trasladados a un dendrograma de afinidad (Fig. 2). Al evaluar las relaciones entre la subprovincia Chilena (SPCH) y Bahía Cumberland (BC) e Isla de Pascua (IP) se pudo comprobar que existe un 35% de afinidad entre la SPCH y BC, al compartir 47 especies; mientras que la afinidad de IP con la SPCH es de un 12% (ocho especies comunes) y con BC es del 13% (ocho especies en común).

DISCUSION Y CONCLUSIONES

De los 85 taxa determinados en el presente trabajo en Bahía Cumberland, 77 resultaron ser nuevos para Chile. Por lo tanto, la cantidad de especies, sumando las 34 no comunes con las citadas por Cushman & Wickenden (1929), totalizan 119 para dicha bahía.

Como es conocido, el Archipiélago de Juan Fernández se encuentra influenciado por masas de agua subantártica y durante el verano por aguas subtropicales. Tal hecho explica la singularidad de la foraminiferofauna de las islas Juan Fernández expresada por Cushman & Wickenden (1929) y por Cushman & Kellett (1929). Ellos consideraron a esta fauna como de carácter templado-frío, pero con algunas especies representativas del Indopacífico y Australia. A su vez, Boltovskoy (1965) hizo mención a un cierto grado de originalidad de estos foraminíferos de las islas oceánicas, en comparación con los de la costa chilena.

Entre las especies determinadas de foraminíferos de Juan Fernández se encuentran algunas cosmopolitas, otras señaladas por Moyano & Zapata (1997) al sur de los 42º16' S, o sea, en aguas subantárticas. Entre éstas se pueden mencionar a *Bulimina marginata*, *Cassidulina crassa*, *Cibicides dispars*, *Ehrenbergina hystrix glabra*, *Lagena interrupta*, *Oolina caudigera*, etc. A su vez, Boltovskoy (1957) señaló siete especies comunes entre las costas patagónicas argentinas y las determinadas por Cushman & Wickenden (1929). En la subprovincia Malvinense, cuya foraminiferofauna es de aspecto un poco más fría, Boltovskoy (1979) y Boltovskoy *et al.* (1980) mencionaron especies como: *Cibicides aknerianus*, *Angulogerina angulosa*, *Cassidulina crassa* y, cerca del Cabo de Hornos, a *Anomalina vermiculata*, *Discorbis isabelleanus* y *Pullenia subcarinata*, todas ellas presentes en Juan Fernández. Asimismo, Zapata & Castillo (1986) en su trabajo acerca de los foraminíferos planctónicos de Bahía Cumberland reconocieron especies de aguas subtropicales y subantárticas, lo cual evidenciaría la influencia de corrientes marinas de origen subtropical y subantártica.

Según Boltovskoy (1979) la diferenciación entre provincias biogeográficas se basa sobre las especies bentónicas más comunes y características, cuya distribución dependería primariamente de la distribución de las masas de agua; y las subprovincias poseerían una originalidad faunística relativamente menor que las provincias. A su vez, Briggs (1974) estima el grado de endemismo como el criterio principal para dividir en provincias, siendo el 10% la tasa mínima de endemismo a considerar.

En lo que respecta a la foraminiferofauna de Bahía Cumberland, el compartir 47 (35% de afinidad) con la subprovincia Chilena estaría indicando cierto grado de similitud entre estas zonas. Ahora, si se toma en consideración todas las especies mencionadas, más de 400, para Chile Sudamericano el número de especies comunes aumentaría en cierto porcentaje. Por lo tanto, hasta el momento, se considera que el archipiélago de Juan Fernández no constituiría una provincia, sino que una subprovincia de la provincia Peruano-Chilena, ya que su grado de endemismo no supera el 7%. Esta subprovincia de Juan Fernández se caracterizaría por las siguientes especies endémicas: *Anomalina schmitti*, *Bolivina subexcavata*, *Elphidium articulatum rugulosum*, *E. schmitti*, *Frondicularia sp.*, *Orthomorphina sp.*, *Quinqueloculina durandi* y *Uvigerina virgulinoides*; y por otras que no han sido señaladas con anterioridad para Chile, tal es el caso de: *Ammolagena clavata*, *Anomalina* coronata, *A. cf. grosserugosa,* *Astacolus planulatus*, *Bolivina cf. karreriana var.* carinata, *Carterina fulva*, *Fischerina dubia*, *Fissurina formosa var. comata*, *Lagena gibbera*, *Pyrgo nasuta*, *Quinqueloculina punctulata*, *Q. rodhiensis*, *Robulus convergens*, *Spirillina spinigera*, *Triloculina crassa*, *Uvigerina canariensis* y *Virgulina schreibersiana*.

En cuanto a Isla de Pascua, ésta comparte solamente ocho especies con la subprovincia Chilena y ocho con Bahía Cumberland, siendo algunas de

ellas cosmopolitas como: *Cyclogyra involvens*, *Miliolinella subrotunda*, *Robulus calcar*, *Trochammina ochracea*. Dada la poca afinidad (12-13%) con las zonas anteriormente mencionadas, Isla de Pascua más la isla de Sala y Gómez (cuya foraminiferofauna hasta el momento se desconoce) podrían constituir, una nueva provincia foraminiferológica para Chile. Un estudio más acabado de estos organismos en Isla de Pascua y en Sala y Gómez entregaría mayores antecedentes que elevarían el número de especies y a su vez permitiría conocer con mayor certeza el grado de endemismo. Las siguientes especies, no endémicas, de acuerdo al listado entregado por DiSalvo *et al.* (1988) serían características para esta provincia: *Amphistegina radiata*, *Fischerina helix*, *Hauerina ornatissima*, *Heterostegina suborbicularis*, *Loxostomum limbatum*, *Marginopora vertebralis*, *Miniacina miniacea*, *Peneroplis pertusus*, *Quinqueloculina kerimbatica*, *Reusella spinulosa*, *Rotalia ex gr. parkinsoniana*, *Sorites marginalis*, *Spiroloculina antillarum*, *S. caduca* y *Wiesnerella auriculata*.

Generalizando y resumiendo las consideraciones anteriormente expuestas, se puede concluir que: a) De las 85 especies identificadas, 77 resultaron ser nuevas citas para Bahía Cumberland, por lo que el número de especies para esta bahía aumentaría a 119; b) Ocho de estas especies son compartidas con la subprovincia Chilena (12% de afinidad) y ocho son comunes con Isla de Pascua (13% de afinidad); c) El esquema foraminífero-zoogeográfico propuesto por Zapata & Moyano (1997) se complementaría, para quedar de la siguiente forma:

1. Provincia Peruano-Chilena:
   a) Subprovincia Peruana: desde los 3º-15º S.
   b) Subprovincia Chilena: de los 15º-42º S.
   c) Subprovincia de Juan Fernández (Bahía Cumberland).
2. Provincia Magallánica: al sur de los 42º S.
3. Provincia de Isla de Pascua (Isla de Pascua y posiblemente la isla de Sala y Gómez).

BIBLIOGRAFIA

Boltovskoy, E. 1957. Los Foraminíferos del estuario del Río de la Plata y su zona de influencia. Inst. Nac. Invest. Cienc. Nat., Rev. Geol. 6 (1):1-77.

Boltovskoy, E. 1965. Los Foraminíferos Recientes. EUDEBA, Buenos Aires, 510 p.

Boltovskoy, E. 1976. Distribution of Recent Foramifera of the South American Region. En: Hedley, R.H. & Adams, C.G. (eds.). Foraminifera 2: 171-236, Academic Press, London.

Boltovskoy, E. 1979. Paleooceanografía del Atlántico Sudoccidental desde el Mioceno, según estudios foraminiferológicos. Ameghiniana 16: 357-389.

Boltovskoy , E., Giussani, G., Watanabe, S. & R. Wright 1980. Atlas of benthic shelf foraminifera of the Southwest Atlantic. Dr.W. Junk Publ. The Hague, 146 p.

Boltovskoy, E. & H. Lena 1966. Foraminíferos Recientes de la zona litoral de Pernambuco (Brasil). Inst. Nac. Invest. Cienc. Nat., Hibrobiología 1 (8): 269-367.

Boltovskoy, E. & F. Theyer 1970. Foraminíferos Recientes de Chile Central. Inst. Nac. Invest. Cienc. Nat., Hidrobiología 2 (9): 279-380.

Brady, H. 1884. Report on the foraminifera dredged by H.M.S. "Challenger" during the years 1873-1876. Challenger Repts., Zoology 9: 1-814.

Briggs, J. 1974. Marine Zoogeography. McGraw-Hill Book Co., USA, 475 p.

Cushman, J. & Kellett, B. 1929. Recent Foraminifera from the West coast of South America. U.S. Nat. Mus., Proc., 75 (25): 1-16.

Cushman, J. & Wickenden, R. 1929. Recent Foraminifera from off Juan Fernández Islands. U.S. Nat. Mus., Proc., 75 (9): 1-15.

DiSalvo, L., Randall, J. & A. Cea 1988. Ecological reconnaissance of the Easter Island Sublittoral marine environment. Nat. Geogr. Res. 4 (4): 451-473.

Hayward, B., Hollis, C. & H. Grenfell 1997. Recent Elphidiidae (Foraminiferida) of the South-West Pacific and Fossil Elphidiidae of New Zealand. Institute of Geological & Nuclear Sciences monograph 16, Lower Hutt, New Zealand: Institute of Geological & Nuclear Sciences Limited. 170 p.

Hayward, B., Grenfell, H., Reid, C. & K. Hayward 1999. Recent New Zealand shallow-water benthic foraminifera: Taxonomy, ecologic distribution, biogeography, and use in paleoenvironmental assessment. Institute of Geological & Nuclear Sciences monograph 21, Lower Hutt, New Zealand: Institute of Geological & Nuclear Sciences Limited. 264 p.

Lena, H. 1967. Foraminíferos Recientes de Ushuaia (Tierra del Fuego, Argentina). Centr. Invest. Biol. Mar., Buenos Aires, Contrib. 31: 1-30.

Lena, H. 1976. Distribución de los foraminíferos bentónicos en el área oceánica adyacente al Río de la Plata. Physis 35 (91): 135-144.

Loeblich, A. & H. Tappan 1974. Recent advances in the classification of the Foraminiferida. En: R.H. Hedley & C.G. Adams (eds.). Foraminifera 1: 1-53, Academic Press, London.

Monniot, F. 1979. Faunal Affinities Among Abyssal Atlantic Basins. Sarsia 64 (1-2): 93-95.

Moyano, H. 1983. Southern Pacific Bryozoa: A General View with Emphasis on Chilean Species. Gayana Zool. 46: 81-96.

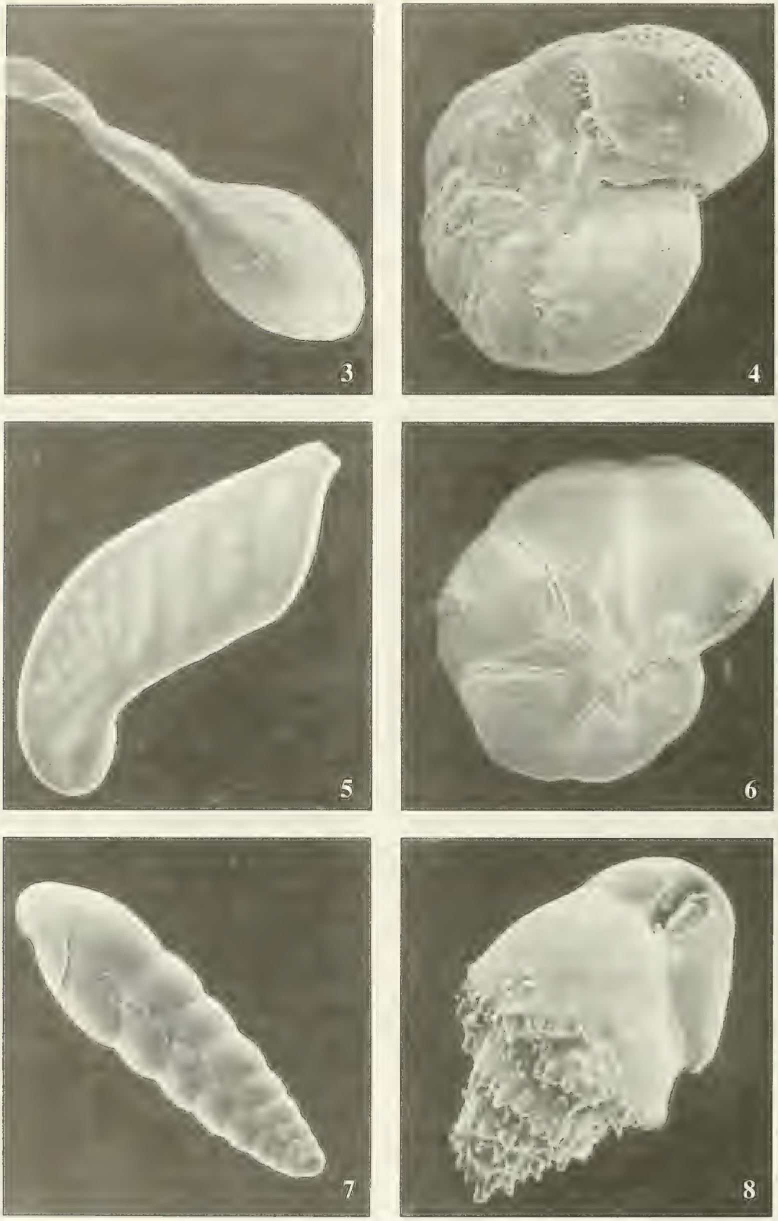
Zapata, J. & R.Castillo 1986. Sedimented planktonic foraminiferal thanatocoenosis in Cumberland Bay (33º41' S; 78º 50' W). Biota, Osorno, 2: 51-64.

Zapata, J. & H. Moyano 1996. Distribución de los foraminíferos bentónicos recolectados por el Akebono Maru "72", en el sur de Chile. Gayana Zool. 60 (2): 89-98.

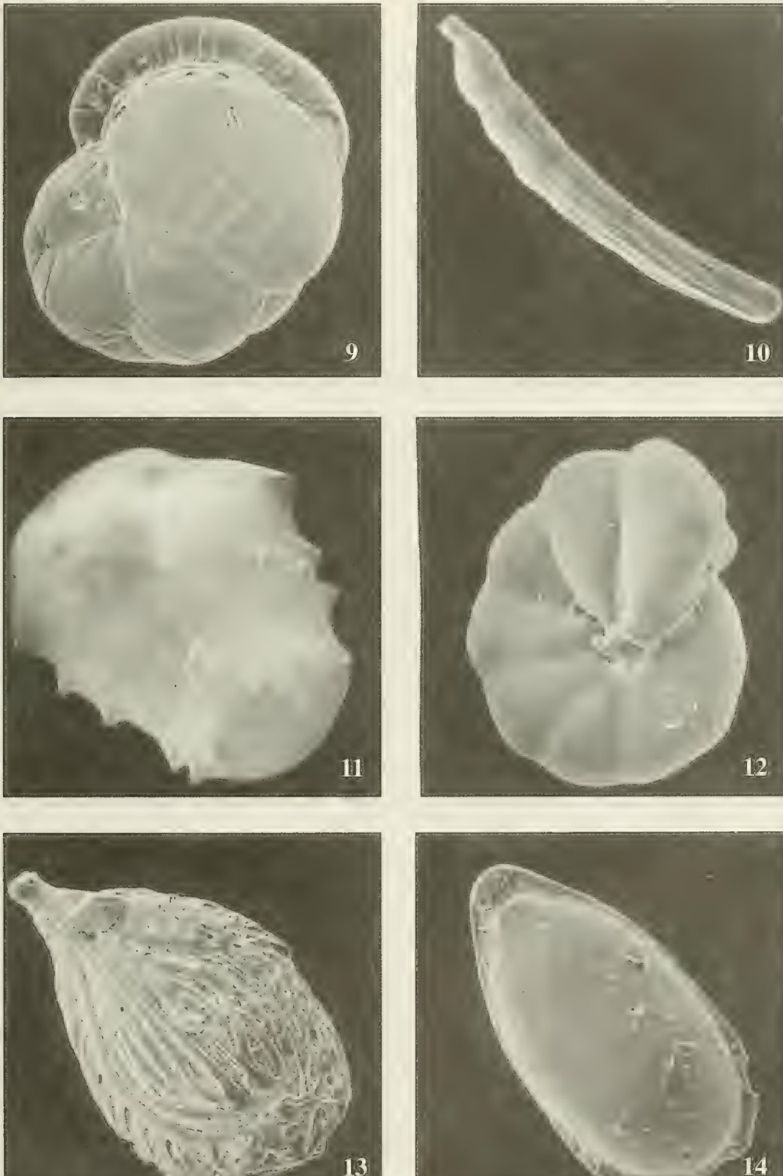
Zapata, J. & H. Moyano 1997. Foraminíferos bentónicos recientes de Chile Austral. Gayana Zool. 68: 27-37.

Zapata, J. & S. Varela 1976. Presencia en Bahía Cumberland (33º41' S; 78º50' W), Islas Juan Fernández, de *Fissurina radiata arcuata* Boltovskoy, 1961 (Foraminifera). Brev. Antar 1, Osorno, Ser. Hidrobiol. 1: 66-69.

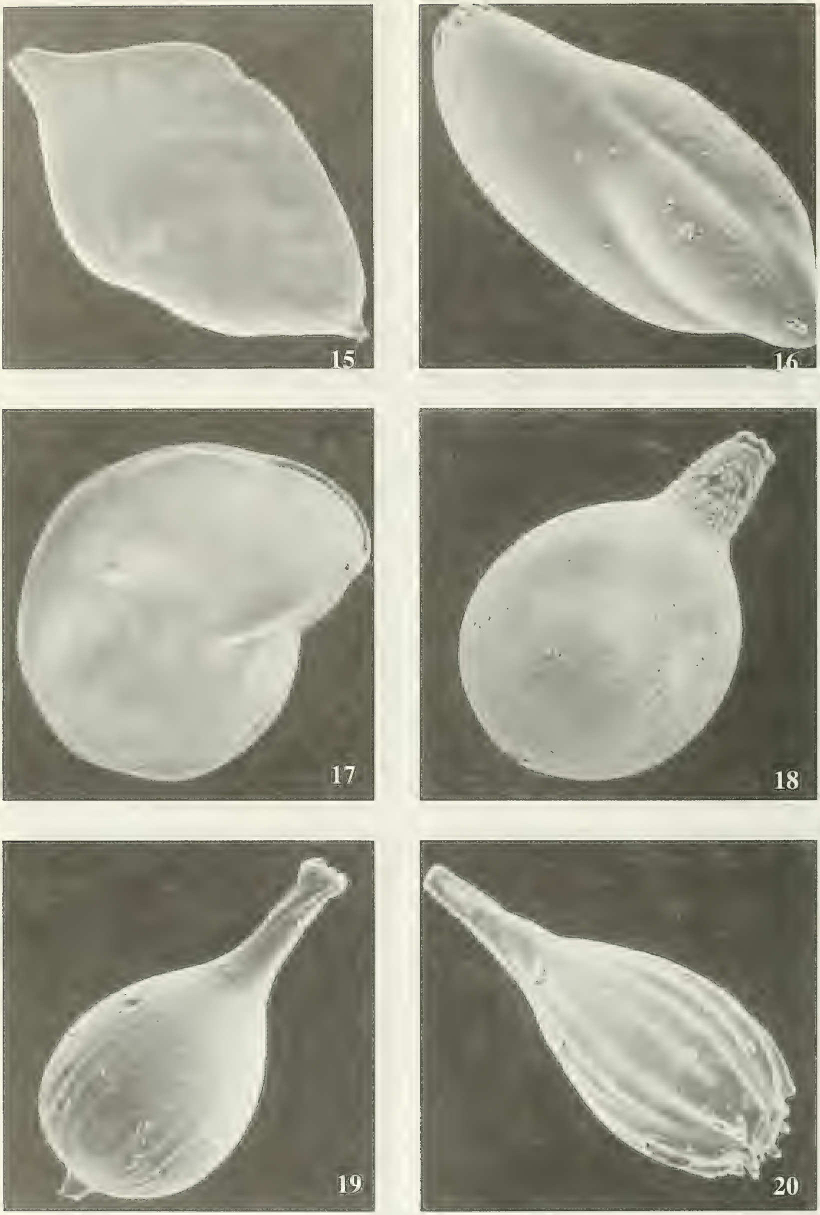
Zapata, J., Zapata, C. & A. Gutiérrez 1995. Foraminíferos bentónicos recientes del sur de Chile. Gayana Zool. 59 (1): 23-40.



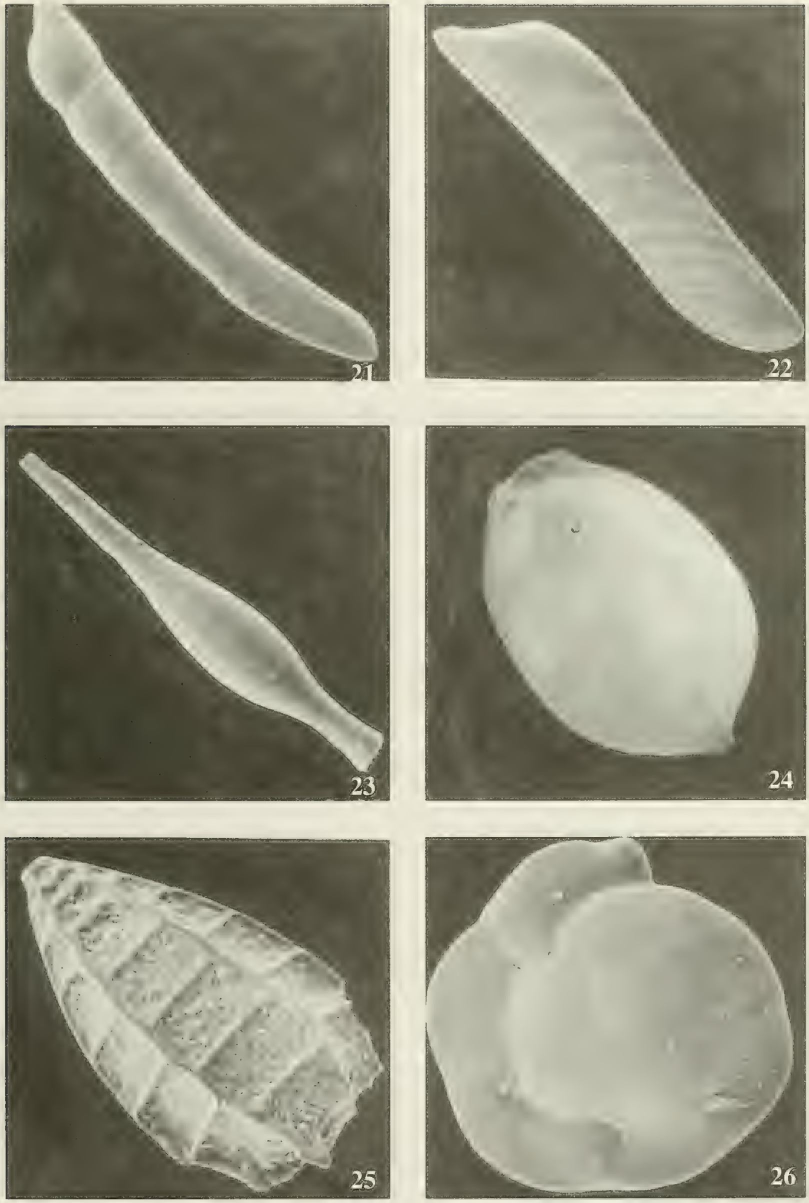
FIGURAS 3-8. Fig. 3. *Ammolagena clavata* x 90, vista dorsal. Fig. 4. *Anomalina vermiculata* x 128, vista umbilical. Fig. 5. *Astacolus planulatus* x 32, vista lateral. Fig. 6. *Astrononion tumidum* x 176, vista lateral. Fig. 7. *Bolivina seminuda* x 192, vista lateral. Fig. 8. *Bulimina marginata* x 240, vista frontal abertural.



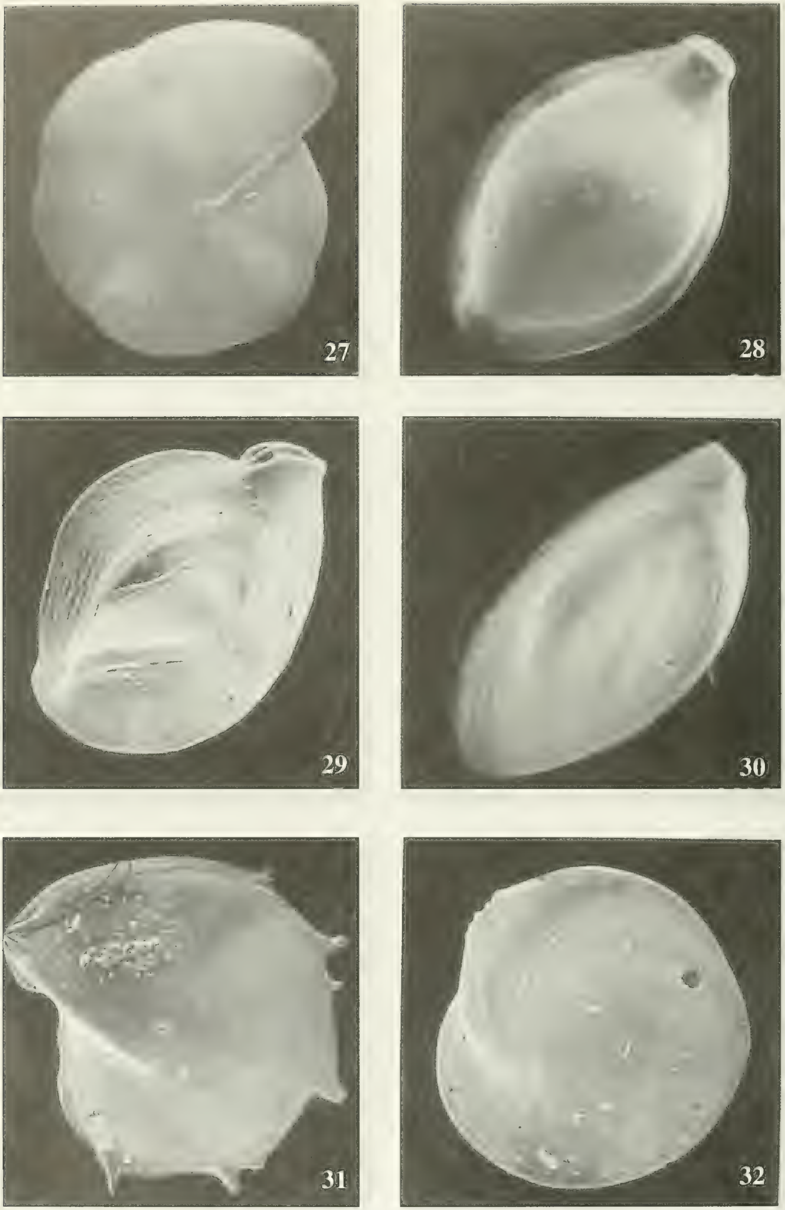
FIGURAS 9-14. Fig. 9 *Cassidulina delicata* x 192, vista umbilical. Fig. 10. *Dentalina consobrina emaciata* x 24, vista lateral. Fig. 11. *Ehrenbergina hystrix glabra* x 136, vista umbilical. Fig. 12. *Eponides tumidulus* x 200, vista umbilical. Fig. 13 *Fissurina formosa var. comata* x 136, vista lateral. Fig. 14 *Fissurina palliolata* x 220, vista lateral.



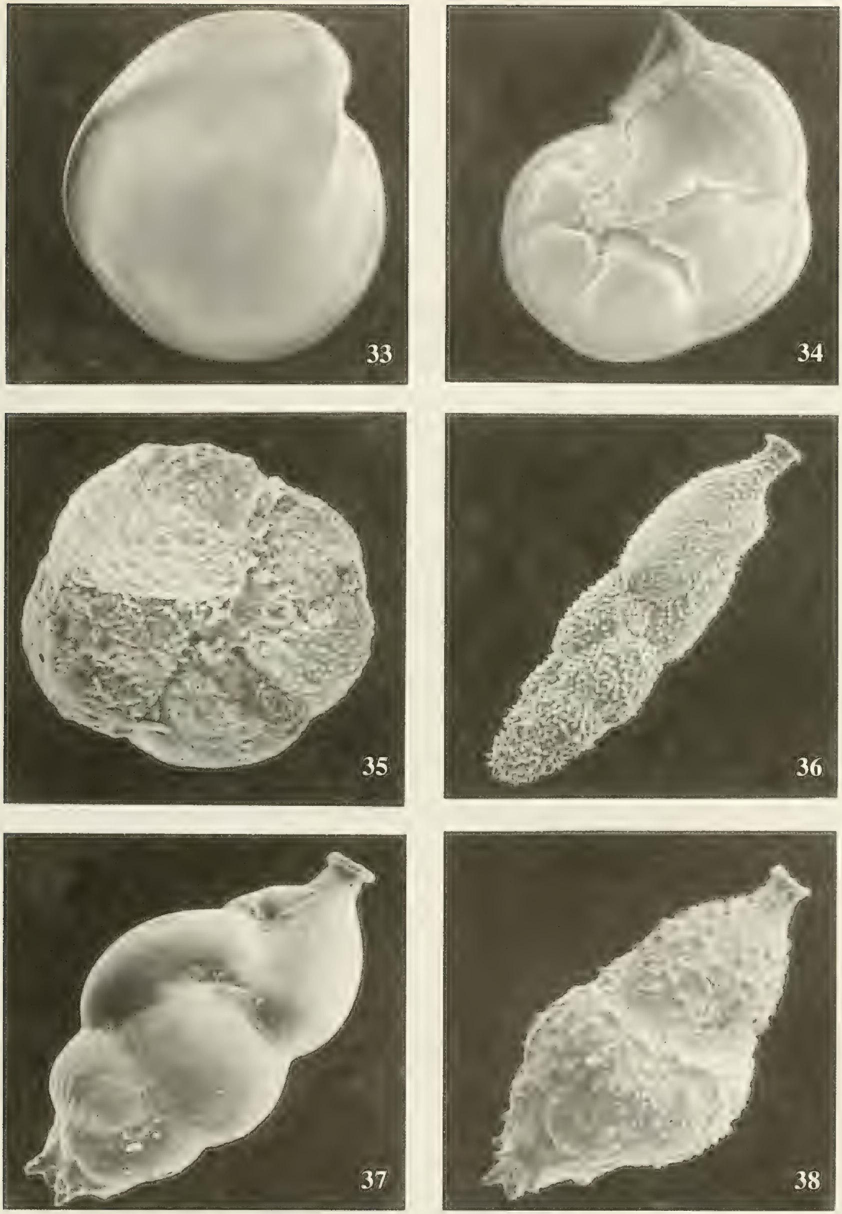
FIGURAS 15-20. Fig. 15. *Frondicularia sp.* X 44, vista lateral. Fig. 16. *Guttulina lactea* x 160, vista lateral. Fig. 17. *Hoeglundina elegans* x 136, vista umbilical. Fig. 18. *Lagena gibbera* x 220, vista lateral. Fig. 19. *Lagena lyellii* x 220, vista lateral. Fig. 20. *Lagena sulcata var. interrupta* x 260, vista lateral.



FIGURAS 21-26. Fig. 21. *Marginulina hancocki* x 32, vista lateral de adulto. Fig. 22. *Marginulina hancocki* x 68, vista lateral de juvenil. Fig. 23. *Nodosaria pyrula* x 105, vista lateral. Fig. 24. *Oolina caudigera* x 220, vista lateral. Fig. 25. *Oolina sp. "A"* x 300, vista lateral. Fig. 26. *Oridorsalis tener* x 160, vista espiral.



FIGURAS 27-32. Fig. 27. *Pullenia subcarinata* x 105, vista lateral. Fig. 28. *Pyrgo nasuta* x 96, vista frontal. Fig. 29. *Quinqueloculina bicostoides* x 176, vista lateral. Fig. 30. *Quinqueloculina rhodiensis* x 112, vista lateral. Fig. 31. *Robulus calcar* x 96, vista lateral. Fig. 32. *Robulus orbicularis* x 120, vista lateral.



FIGURAS 33-38. Fig. 33. *Robulus rotulatus* x 52, vista lateral. Fig. 34. *Stomatorbina concentrica* x 28, vista umbilical. Fig. 35. *Trochammina plana* x 340, vista umbilical. Fig. 36. *Uvigerina auberiana* x 128, vista lateral. Fig. 37. *Uvigerina canariensis* x 160, vista lateral. Fig. 38. *Uvigerina hispida* x 120, vista lateral.

SOBRE LA REPRODUCCION DE TRES POBLACIONES SUDAMERICANAS DE *ARTEMIA FRANCISCANA* (KELLOGG, 1906) (CRUSTACEA, ANOSTRACA)*

On the reproduction of three *Artemia franciscana* (Kellogg, 1906) populations from South America (Crustacea, Anostraca)

JULIO E. CRESPO**

RESUMEN

Tres poblaciones sudamericanas del crustáceo *Artemia franciscana* fueron evaluadas en condiciones de laboratorio (65 ppm, 45 días) usando ocho rasgos reproductivos. Se observó una alta fecundidad de las parejas y una combinación en la producción de quistes y nauplios. Las hembras de Piura (Perú) mostraron una mayor capacidad reproductiva en rasgos como el número total de cigotos, descendencia por camada y número de camadas por hembra que aquellas del Salar de Atacama (SAT) y Los Vilos (LVI), Chile. Una reproducción más tardía fue observada en las hembras del Norte del país, SAT y LVI (6 días). La heterogeneidad entre las poblaciones en parámetros de claro valor adaptativo estaría relacionada con el origen geográfico y con las características genéticas de las poblaciones comparadas.

ABSTRACT

Three strains of the crustacean *Artemia franciscana* from South America were evaluated under laboratory conditions (65 ppt, 45 days) using eight reproductive traits. High fecundity of each mating pair and a combination in the production of cysts and nauplii were observed. Among females, those from Piura (Peru) showed higher reproductive ability in traits such as the total number of zygotes, the live offspring per brood and the number of broods per female than those from Salar de Atacama (SAT) and Los Vilos (LVI), Chile. Females from north of the country (SAT, LVI) started to produce offspring later than Piura (6 days). The heterogeneity of the reproductive traits of high adaptive value among samples might be related to their geographic origin, and likely to the genetic characteristics of the strains compared.

KEYWORDS: *Artemia*. Cyst. Nauplii. Crustacea. Chile.

INTRODUCCION

El género *Artemia* (Branchiopoda, Anostraca) considera especies bisexuales definidas por el criterio de aislamiento reproductivo y también partenogenéticas (Abreu-Grobois, 1987). Sus poblaciones tienen la capacidad para vivir y reproducirse en ambientes hipersalinos como lagos, lagunas y salinas costeras distribuidas ampliamente a través del mundo, excepto en la Antártica (Triantaphyllidis *et al*., 1998).

En el Nuevo Mundo la reproducción del género es exclusivamente sexual, describiéndose para Sudamérica las especies *Artemia persimilis* Piccinelli y Prosdocimi 1968, presente tanto en Argentina como Torres del Paine, Chile (Gajardo *et al*., 1999), y *A. franciscana* Kellogg 1906 predomi-

*Financiado por la Dirección de Investigación y Postgrado (Proyecto 3180), Universidad de Los Lagos.

**Depto. Ciencias Básicas, Universidad de Los Lagos, Casilla 933, Osorno.Programa de Magister en Zoología, Depto. Zoología, Universidad de Concepción-Chile.E-mail: jcrespo@ulagos.cl

nante en los demás países del Cono Sur (Zuñiga *et al.*, 1994; Gajardo *et al.*, 1998).

Las especies bisexuales encontradas exhiben acervos genéticos altamente variables y una fuerte tendencia a la diferenciación interpoblacional, producto de la heterogeneidad e inestabilidad de su hábitat, lo que se manifiesta en una gran variabilidad en parámetros de la historia de vida (Gajardo *et al.*, 1998). Las hembras de *Artemia* son iteróparas y exhiben una notable plasticidad en rasgos de su historia de vida, como por ejemplo combinar una reproducción ovípara por medio de huevos en diapausa o quistes con la de huevos desarrollados que producen descendencia viva u ovoviviparidad (Abele, 1982).

Artemia es considerado un buen modelo de estudio para disciplinas básicas y aplicadas debido a su fácil cultivo, corto período de generación y por la posibilidad de comparar diversas poblaciones naturales o introducidas (Lenz, 1987; Gajardo *et al.*, 1995).

Si bien las investigaciones efectuadas en el género durante la última década son numerosas los antecedentes reproductivos para poblaciones sudamericanas aún son escasos. En este contexto, las prospecciones realizadas en Chile han mostrado que hembras que habitan en laguna Cejas (II Región) presentan un modo reproductivo casi exclusivamente ovovivíparo, y que su abundancia estaría condicionada principalmente por la salinidad y la temperatura, variables que regularían la reproducción y la producción de biomasa en el género (Gajardo *et al.*, 1992; Zuñiga *et al.*, 1994). En cambio, hembras con reproducción ovípara han sido encontradas esporádicamente en pozas litorales de la I y IV regiones del país (Yape y La Pampilla, respectivamente) como también en las salinas de Cahuil, VI Región (Amat *et al.*, 1994). Recientemente, cruzamientos recíprocos efectuados entre individuos de poblaciones sudamericanas alopátridas y distantes genéticamente demostraron la inexistencia de aislamiento reproductivo entre éstas, al menos del tipo pre-apareamiento (Gajardo *et al.*, 1998). Este trabajo tiene como propósito 1) estudiar si los experimentos/cruzamientos efectuados en condiciones estandarizadas de laboratorio para tres poblaciones de *Artemia* de Sudamérica, y evaluados individualmente, son un buen modelo para entender la evolución del género en condiciones silvestres y 2) discutir el uso potencial de este crustáceo en la acuicultura de Chile.

MATERIALES Y METODOS

Nauplios de tres poblaciones de *Artemia franciscana*, 2 de Chile: Salar de Atacama (SAT, 23°20' S, 68°10'W) y Los Vilos (LVI, 31°58'S, 71°25'W), y una de Perú, Piura (PIU, 11°14'S, 77°35'W) fueron cultivadas por separado en acuarios de 15 l. Antes de la madurez sexual los ejemplares fueron separados por sexo en frascos de vidrio de 1 l. Un total de 40 parejas experimentales vírgenes por población y formadas al azar fueron cultivadas en frascos de vidrio con 100 ml de agua de mar artificial (65 ppm). La descendencia fue obtenida durante 45 días (Gajardo & Beardmore, 1989). Todas las observaciones fueron realizadas a 25°C, con luz constante y el alga *Dunaliella tertiolecta* como alimento.

Las características reproductivas fueron evaluadas usando ocho caracteres: número total de cigotos, número de quistes por hembra, número de nauplios por hembra, porcentaje de la camada enquistada, tiempo a la primera camada, descendencia por camada, número de camadas por hembra y días entre camadas. Los datos fueron analizados mediante análisis de varianza para muestras de igual talla (Sokal & Rohlf, 1981) y mediante análisis multivariado discriminante usando el programa Statgraphics, v. 3.0 (Statistical Graphics Corp., Rockville, USA).

RESULTADOS

Las poblaciones evaluadas mostraron una gran variabilidad en los 8 parámetros reproductivos estudiados (Tabla 1), combinando la producción de quistes y nauplios. Un 6% de los cruzamientos no produjo descendencia.

Las hembras de Piura (Perú) mostraron significativamente mayor fecundidad (número total de cigotos, descendencia por camada y número de camadas por hembra) que aquellas de los Vilos y el Salar de Atacama. Esta última es la que produjo menos quistes (± 30).

El análisis multivariado realizado confirmó los resultados anteriores. La primera función discriminante permitió distinguir las poblaciones según el número de nauplios y de quistes por hembra (=total de cigotos) y el número de camadas. La segunda función discriminante contribuyó a la diferenciación con rasgos tales como descendencia por camada y días entre camadas (Figura 1, Tabla 2).

TABLA I. Capacidad reproductiva de tres poblaciones sudamericanas de *Artemia franciscana* (En paréntesis desviación estándar).

Carácter reproductivo	Piura	Salar de Atacama	Los Vilos	F
Nº total de cigotos	469,40 [a] (321,83)	257,90 [b] (155,35)	257,80 [b] (210,87)	10,3970**
Nº quistes por hembra	142,12 [a] (157,26)	30,42 [b] (57,59)	127,20 [a] (161,33)	8,1545**
Nº nauplios por hembra	327,27 [a] (297,50)	227,47 [a] (162,46)	130,60 [b] (159,50)	8,2691**
% camada enquistada	35,02 [a] (34,69)	28,96 [a] (33,38)	45,76 [a] (42,00)	2,1256 [ns]
Días a 1ra camada	10,10 [a] (4,55)	15,95 [b] (7,69)	15,67 [b] (8,62)	8,4734**
Descendencia por camada	72,34 [a] (36,84)	70,72 [a] (31,12)	51,20 [b] (25,09)	5,5975**
Nº camadas por hembra	5,60 [a] (3,07)	3,70 [b] (2,16)	4,50 [ab] (3,44)	4,200*
Días entre camadas	5,88 [a] (3,92)	7,23 [a] (6,10)	3,58 [b] (3,38)	6,3612**

Comparaciones pareadas con letras distintas son significativas. *: P<0,05 ; **: P<0,01; ns: no significativo.

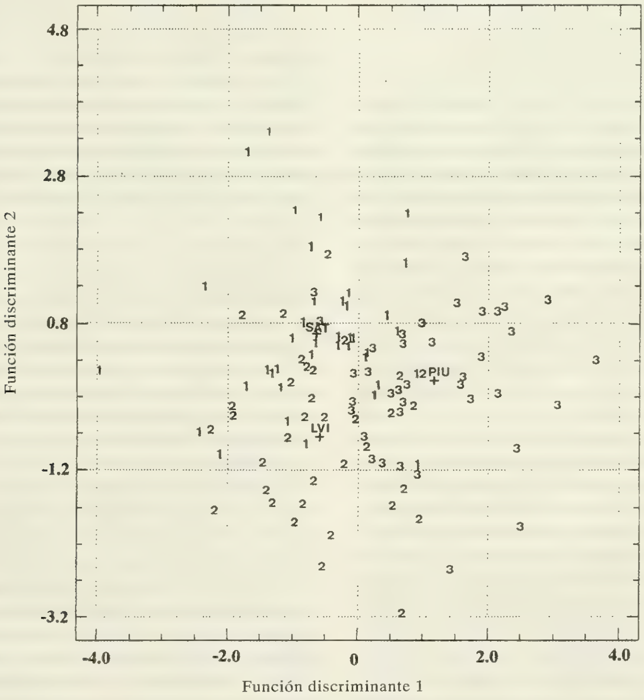


FIGURA 1. Representación gráfica de las funciones discriminantes obtenidas para *A. franciscana* de 1: Salar de Atacama (SAT), 2: Los Vilos (LVI) y 3: Piura (PIU). Los centroides se indican con "+".

TABLA II. Coeficientes estandarizados del análisis discriminante para los rasgos reproductivos estudiados en tres poblaciones de *Artemia franciscana*.

Variable	Función 1	Función 2
Nº quistes por hembra	1,179	-0,534
Nº nauplios por hembra	2,001	0,057
% camada enquistada	0,606	-0,163
Días a 1ra camada	-0,669	-0,111
Descendencia por camada	-0,609	0,621
No camadas por hembra	-1,551	-0,094
Días entre camadas	0,009	0,557
Porcentaje relativo	68,06%	31,94%
Correlación canónica	0,65053*	0,50608 *

*: p<0,001.

No se observó un patrón reproductivo característico de poblaciones costeras o interiores, salvo la tendencia de las hembras de Salar de Atacama (interior) a producir más nauplios que quistes. Las hembras del Norte de Chile (SAT y LVI) se reprodujeron más tarde (6 días) que las de Piura, Perú.

DISCUSION

El crustáceo *Artemia* ha sido intensamente estudiado en las últimas décadas como consecuencia del incremento en la posibilidad de obtener quistes de un número cada vez más creciente de ambientes naturales y/o artificiales en todo el mundo (Persoone & Sorgeloos, 1980). Si bien la información sobre las características de la historia de vida obtenida tanto de poblaciones del Viejo Mundo (Browne *et al.*, 1984; Browne, 1988; Browne & Halanych, 1989; Browne & Bowen, 1991) como del Nuevo Mundo (Browne, 1980, 1983; Bowen *et al.*, 1985; Bowen *et al.*, 1988) es numerosa, los registros para Sudamérica aún son escasos (Newmark, 1991; Gajardo *et al.*, 1998).

Se ha planteado que las diferencias en las características de la historia de vida representarían una adaptación fenotípica de las poblaciones a los distintos ambientes (Stearns, 1977). En este sentido, la estabilidad y predecibilidad del ambiente serían los parámetros principales que afectarían la evolución de las estrategias de la historia de vida. Por ende, si *Artemia* evoluciona en un ambiente físico inestable e impredecible dividirá una gran parte de la energía disponible en adaptaciones a elementos abióticos (i.e. regulación osmótica); mientras que las que viven en ambientes físicos benignos serían capaces de dirigir más energía a interacciones bióticas como la reproducción (Polis & Farley, 1980).

Este trabajo reveló que la variabilidad en los patrones de historia de vida de las poblaciones estudiadas, pertenecientes a la especie *Artemia franciscana* (Gajardo *et al.*, 1995), puede estar relacionada con las características de los cuerpos de agua que habita (Beardmore *et al.*, 1996), el origen geográfico (Lenz, 1984) y/o las características genéticas de las poblaciones (Gajardo *et al.*, 1995).

En este contexto, se ha sugerido que el aumento de la salinidad del medio incrementaría la formación del corion de los quistes (Amat, 1985). Dado que este factor fue constante (65 ppm) durante esta investigación, su influencia en los parámetros reproductivos no fue considerada.

Por otra parte, es posible que el acervo genético y el origen geográfico de los individuos sean factores importantes en la calidad de la descendencia. Por ejemplo, Gajardo & Beardmore (1989) estudiando una población de *Artemia* del Gran Lago Salado (USA) sugirieron que la calidad de la descendencia y la oviparidad, ambas estrategias de alto valor adaptativo, estarían bajo control genético y asociado, al menos en parte, con el nivel de heterocigosidad de la madre.

En el presente trabajo se observó que las hembras del Salar de Atacama (población interior) produjeron menos quistes que aquellas costeras de Piura y Los Vilos, probablemente por la remoción de los genotipos que predisponen a las hembras de SAT hacia la oviparidad (Berthélémy-Okasaki & Hedgecock, 1987). La reproducción ovípara en LVI y PIU permitiría asegurar su sobrevivencia en condiciones desfavorables (aguas efímeras) y también su dispersión efectiva mediante agentes, como los flamencos (Lenz & Dana, 1987; Gajardo *et al.*, 1992).

Sin embargo, es probable que la determinación de un modo reproductivo particular en estas poblaciones haya ocurrido en algunas etapas desconocidas del ciclo reproductivo de las hembras, posiblemente antes de que el huevo haya entrado al ovisaco (Drinkwater & Clegg, 1991).

La tendencia de las hembras a producir en su primera camada sólo nauplios y luego quistes fue alta. Sin embargo, más del 10% combinaron ambos modos reproductivos en su primera camada, en la cual más del 60% fue de producción ovovivípara. Una tendencia similar fue reportada por Amat (1982) para poblaciones españolas de *Artemia*. Lenz (1987) planteó que una hembra que se reproduce ovovivíparamente por un largo período posiblemente tendrá una descendencia con características similares, permitiendo un crecimiento poblacional rápido.

El estudio de parejas individuales en condiciones estandarizadas de laboratorio permite analizar diversos fenotipos reproductivos con bastante repetibilidad en grupos parentales/progenies, una condición dificil de reproducir en la naturaleza. Un 6% de las parejas no produjo descendencia durante los 45 días de estudio, posiblemente, por esterilidad de los parentales. En esta investigación no se comprobó si la esterilidad fue atribuible a la hembra y/o al macho.

Se sabe que todas las hembras de *Artemia* son iteróparas (producen múltiples camadas durante su vida reproductiva), lo cual significa que deben balancear el esfuerzo reproductivo total en el tiempo con la supervivencia somática. Por lo tanto, la longitud del período reproductivo es un factor que influirá en el desempeño reproductivo de las poblaciones; antecedentes que concuerdan con reportes previamente publicados por Browne (1980, 1982) y Browne *et al.* (1984).

Al respecto, Murphy (1968) argumentó que la selección en este tipo de especies podría favorecer una reducción en la energía utilizada para la reproducción con el propósito de mejorar los cambios que permitan una mayor supervivencia somática. Se ha sugerido también que el esfuerzo reproductivo dependería del "valor reproductivo residual", o sea, de la diferencia entre el valor reproductivo de un individuo de una cierta edad y sexo, y la parte del valor reproductivo que es inmediatamente arriesgado (Williams, 1966).

Según Cole (1954) la edad a la primera reproducción, EPR, sería el factor más importante en la determinación de la tasa de crecimiento poblacional. En este trabajo la EPR fue definida como el período de tiempo desde la formación de la pareja hasta la postura de la primera camada. Por ende, los datos obtenidos en el laboratorio para Piura permiten anticipar ventajas en la capacidad para colonizar nuevos hábitats con respecto a las poblaciones chilenas. Lo mismo se desprende del tiempo a la primera reproducción, 6 días antes que SAT y LVI.

Por otra parte, la capacidad reproductiva observada en este trabajo reflejaría una combinación entre el tamaño de la camada (50 a 70 descendientes/camada) e intervalos entre camadas (4 a 7 días), rasgos que variaron significativamente entre las poblaciones ($p<0.001$, Tabla 2). Sin embargo, estas estrategias siempre significarán un costo para la hembra debido al rápido agotamiento de sus recursos energéticos, lo cual determinará una inevitable senescencia precoz de ella (Browne,1980).

En general, un gran número de descendientes es ventajoso para poblaciones que crecen rápidamente, mientras no tanto para aquellas que tienden a mantener los tamaños poblacionales. Además, las hembras con períodos reproductivos cortos concentrarán su esfuerzo reproductivo en camadas abundantes y continuas, mientras que aquellas que viven más distribuirán su esfuerzo reproductivo durante toda su vida (Lenz, 1987).

Es importante destacar que las caracterizaciones efectuadas en diversas poblaciones de *Artemia* permitirán obtener información básica y aplicada de utilidad en la acuicultura. Por ejemplo, dado que *Artemia* se encuentra como colonizador o en poblaciones establecidas con alta densidad de individuos, es probable que las comparaciones de cepas provenientes de distintas localidades permitan seleccionar este crustáceo considerando la gran plasticidad en rasgos como número de posturas por hembra, cigotos por hembra, porcentaje de la descendencia producida en forma de quistes, tiempo entre posturas y tiempo a la primera reproducción (Beardmore *et al.*, 1996).

Además, el género es un alimento vivo de gran valor nutricional que cubre los requerimientos de macro y micronutrientes que requieren las larvas de peces marinos (Coutteau, 1996) como otros crustáceos (Camara, 1996), debido a la presencia de ácidos grasos esenciales o HUFA (Watanabe *et al.*, 1978; Léger *et al.*, 1986).

Las investigaciones sobre las cualidades y valor nutricional de poblaciones sudamericanas de *Artemia* son escasas (Sánchez & Alvarez, 1996) e inexistentes en Chile. Sin embargo, algunos criterios para definir la calidad de *Artemia* y su uso como un organismo útil en larvicultura consideraría las características de incubación (porcentaje, eficiencia, biomasa y tasa) y su valor nutricional (ver Sorgeloos *et al.*, 1986). Además, con el uso de quistes descapsulados se evitarían las infecciones en los tanques de cultivo; mientras que los estados postlarvales, juveniles y adultos serían un alimento vivo importante, por ejemplo, para Peneídos (Bengtson *et al.*, 1991).

En cambio, el cultivo intensivo de *Artemia* serviría para evaluar la producción de biomasa y la potencial selección de poblaciones (Gajardo, 1994); como también para transferir una variedad de profilácticos y componentes dietarios a especies blanco que lo necesiten (Sorgeloos *et al.*, 1986).

Por otra parte, la creación de un banco de quistes tendría interesantes implicancias. Evolutivamente, el banco serviría para prolongar aquellas generaciones de *Artemia* en el tiempo y para la reintroducción

de genotipos que determinen variables deseables para la acuicultura, las cuales pueden haber disminuido en años anteriores. Ecológicamente, jugaría un rol facilitador entre la coexistencia y mantenimiento de la diversidad de especies, bajo condiciones donde la extinción debido a fallas reproductivas puede haber ocurrido (Simovich & Hathaway, 1997).

Finalmente, el establecimiento de políticas que mantengan un monitoreo permanente de inoculaciones en hábitats hipersalinos es también requerido (Beardmore, 1987), ya que permitirían, por ejemplo, la introducción del género en salinas costeras para mejorar la producción de quistes, biomasa y/o sal. En las salinas *Artemia* entrega los micronutrientes esenciales y/o sustrato apropiado (i.e. metabolitos, animales muertos) para el desarrollo de la bacteria halofílica roja *Halobacterium*. Por ende, altas concentraciones de esta bacteria incrementarán la absorción de calor solar (=aumento en la cantidad de sal) y la reducción de solutos orgánicos, permitiendo mejorar la calidad y producción de la sal a través de la formación de cristales de mayor tamaño (Sorgeloos *et al.*, 1986).

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Dr. Gonzalo Gajardo, Depto. Ciencias Básicas, Universidad de Los Lagos los comentarios críticos del manuscrito.

BIBLIOGRAFIA

Abele, L.G. 1982. Biogeography: 241-304, *In* Bliss, D.E. (Ed.) The biology of Crustacea. Academic Press, New York, New York.

Abreu-Grobois, F.A. 1987. A review of the genetics of *Artemia*: 61-69, *In* Sorgeloos, P., D.A. Bengtson, W. Decleir y J. Jaspers (Eds.) *Artemia* Research and its Applications. Universa Press, Wetteren, Belgium.

Amat, F. 1982. Diferenciación y distribución de las poblaciones de *Artemia* de España III. Oviparismo y ovoviviparismo. Estudio cualitativo y cuatitativo. Inv. Pesq. 46:3-13.

Amat, F. 1985. Utilización de *Artemia* en acuicultura. Inf. Técn. Inst. Inv. Pesq. 128-129. Instituto de Acuicultura de Torre de la Sal. Ribera de Cabanes (Castellón), España. 57 pp.

Amat, F., F. Hontoria, O. Zúñiga y R. Wilson. 1994. Localización y caracterización de poblaciones chilenas del crustáceo *Artemia* (Branchiopodo, Anostraceo). Memorias VII Congreso Latinoamericano de Acuicultura, Bogotá. 83-99.

Beardmore, J.A. 1987. Concluding remarks: 345-346, *In* Sorgeloos, P., D.A. Bengtson, W. Decleir y J. Jaspers (Eds.) *Artemia* Research and its Applications. Universa Press, Wetteren, Belgium.

Beardmore, J.A., E.J. Pilla y K.M. Thomas. 1996. Genetic variation in *Artemia*: Speciation, reproductive mode and potential for exploitation: 157-163, *In* Gajardo, G. y P. Coutteau (Eds.) Improvement of the commercial production of marine aquaculture species. Proceedings of a workshop on fish and mollusc larviculture, 222 pp.

Bengtson, D.A., P. Léger y P. Sorgeloos. 1991. Use of *Artemia* as a food source for aquaculture: 255-285, *In* Browne, R.A., P. Sorgeloos y C.N.A. Trotman (Eds.) *Artemia* Biology. CRC Press, Boca Ratón, Florida-USA.

Berthélémy-Okazaki, N.J. y D. Hedgecock. 1987. Effect of enviromental factors on cyst formation in the brine shrimp *Artemia*: 167-182, *In* Sorgeloos, P., D.A. Bengtson, W. Decleir y J. Jaspers (Eds.) *Artemia* Research and its Applications. Universa Press, Wetteren, Belgium.

Bowen, S.T., E.A. Fogarini, K.N. Hitchner, G.L. Dana, W.H.S. Chow, M.R. Buoncristiani y J.R. Carl. 1985. Ecological isolation in *Artemia*: populations differences in tolerance of anion concentrations. J. Crust. Biol. 5:106-129.

Bowen, S.T., M.R. Buoncristiani y J.R. Carl. 1988. *Artemia* habitats: Ion concentrations tolerated by on one superspecies. Hydrobiologia 158:201-214.

Browne, R.A. 1980. Reproductive pattern and mode in the brine shrimp. Ecology 61:466-470.

Browne, R.A. 1982. The costs of reproduction in brine shrimp. Ecology 63:43-47.

Browne, R.A. 1983. Divergence of demographic and reproductive variables over 25 years in laboratory and natural populations of the brine shrimp, *Artemia*. Crustaceana 45:466-470.

Browne, R.A., S.E. Sallee, D.S. Grosch, W.O. Segreti y S.M. Purser. 1984. Partitioning genetic and environmental components of reproduction and lifespan. Ecology 65:949-960.

Browne, R.A. 1988. Ecological and genetic divergence of sexual and asexual brine shrimp (*Artemia*) from the Mediterranean Basin. Nat.Geog. Res. 4:548-554.

Browne, R.A. y K.M. Halanych. 1989. Competition between sexual and parthenogenetic *Artemia*: a re-evaluation (Branchiopoda, Anostraca). Crustaceana 57:57-71.

Browne, R.A. y S.T. Bowen. 1991. Taxonomy and population genetics of *Artemia*: 221-235, *In* Browne, R.A., P. Sorgeloos y C.N.A. Trotman (Eds.) *Artemia* Biology. CRC, Boca Raton, Florida-USA.

Camara, M.R., 1996. Artemia production in coastal saltworks in Brazil: past, current practices and perspectives: 173-178, *In* Gajardo, G. y P. Coutteau (Eds.) Improvement of the commercial production of marine aquaculture species. Proceedings of a workshop on fish and mollusc larviculture. Impresora Creces, Santiago, Chile. 222 pp.

Cole, L. 1954. The populations consequences of life-history phenomena. Quart. Rev. Biol. 29:103-137.

Coutteau, P. 1996. Determination of fatty acid requirements during weaning and first ongrowing of marine fish using a standard diet: 45-55, *In* Gajardo, G. y P. Coutteau (Eds.) Improvement of the commercial production of marine aquaculture species. Proceedings of a workshop on fish and mollusc larviculture. Impresora Creces, Santiago, Chile. 222 pp.

Drinkwater, L.E. y J.S. Clegg. 1991. Experimental biology of cyst diapause: *In* Browne, R.A., P. Sorgeloos y C.N.A. Trotman (Eds.) *Artemia* Biology. CRC, Boca Raton, Florida-USA.

Gajardo, G.M. 1994. Genetical and phenotypical characterization of Artemia strain from South America: Relevance for Aquaculture: 109-113, *In* Calderón, J. y P. Sorgeloos (Eds.) Memorias II Congreso Ecuatoriano de Acuicultura, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador.

Gajardo, G.M. y J.A. Beardmore. 1989. Ability to switch

reproductive mode in *Artemia* is related to maternal heterozygosity. Mar. Ecol. Prog. Ser. 55:191-195.

Gajardo, G.M., R. Wilson y O. Zuñiga. 1992. Report on the ocurrence of *Artemia* in a saline deposit of the Chilean Andes. Crustaceana. 63:169-174.

Gajardo, G., M. Da Conceicao, L. Weber y J.A. Beardmore. 1995. Genetic variability and interpopulational differences in *Artemia* strains from South America. Hydrobiologia 302:21-29.

Gajardo, G., N. Colihueque, M. Parraguéz y P. Sorgeloos. 1998. International study on *Artemia* LVIII. Morphologic differentiation and reproductive isolation of *Artemia* populations from South America. Int. J. Salt Lake Res. 7:133-151.

Gajardo, G., C. Mercado, J. Beardmore y P. Sorgeloos. 1999. International study on *Artemia* LX. Allozyme data suggest that a new *Artemia* population in southern Chile (50°29'S; 73°45'W) is *A. persimilis*. Hydrobiologia 00: 1-7.

Léger, P., D.A. Bengtson, K.L. Simpson y P. Sorgeloos. 1996. The use and nutritional value of *Artemia* as food source. Oceanography and Marine Biology Annual Review 24:521-623.

Lenz, P.H. 1984. Life history analysis of an *Artemia* population in changing environment. J. Plankton Res. 6:967.

Lenz, P.H. 1987. Ecological studies on *Artemia*: a review, 5-18, *In* Sorgeloos, P., D.A. Bengtson, W. Decleir y J. Jaspers (Eds.) *Artemia* Research and its Applications. Universa Press, Wetteren, Belgium.

Lenz P.H. y G.J. Dana. 1987. Life-cycle studies in Artemia: a comparison between a subtropical and temperate population: 89-100, *In* Sorgeloos, P., D.A. Bengtson, W. Decleir y J. Jaspers (Eds.) *Artemia* Research and its Applications. Universa Press, Wetteren, Belgium.

Murphy, G.I. 1968. Pattern in life history and environment. Amer. Natur. 102:391-404.

Newmark, U.F. 1991. Modelos predictivos de biomasa poblacional, hembras ovíparas y ovovivíparas de *Artemia* en la Salina de Pozos Colorados, Colombia. Boletín Ecotrópica Ecosistemas Tropicales 24: 11-38.

Persoone, G. y P. Sorgeloos. 1980. General aspects of the ecology and biogeography of *Artemia*: 3-24, *In* Persoone, G., P. Sorgeloos, O. Roels y E. Jaspers (Eds.) The Brine Shrimp *Artemia*. Universa Press, Wetteren, Belgium.

Polis, G.A. y R.D. Farley. 1980. Population biology of a desert scorpion: survivorship, microhabitat, and the evolution of life history strategy. Ecology 61:620-629.

Sánchez, R. y Z. Alvarez. 1996. Characterization of the strain of *Artemia* Las Cumaraguas-Paraguana, Venezuela: 179-186, *In* Gajardo, G. y P. Coutteau (Eds.) Improvement of the commercial production of marine aquaculture species. Proceedings of a workshop on fish and mollusc larviculture. Impresora Creces, Santiago, Chile. 222 pp.

Simovich, M.A. y S.A. Hathaway. 1997. Diversified bet-hedging as a reproductive strategy of some ephemeral pool anostracans (Branchiopoda). Journal of Crustacean Biology 17:38-44.

Sorgeloos, P., P. Lavens, P. Léger, W. Tackaert y D. Versichele. 1986. Manual for the culture and use of brine shrimp *Artemia* in aquaculture. Artemia Reference Center, State University of Ghent, Belgium. 319 pp.

Sokal, R.R. y F.J. Rohlf. 1981. Biometry, Second Edition. W.H. Freeman and Co., San Francisco-USA. 860 pp.

Stearns, S.C. 1977. The evolution of life history traits: a critique of the theory and a review of the data. Ann. Rev. Ecol. Syst. 8:145-171.

Triantaphyllidis, G.V., T.J. Abatzopoulos & P. Sorgeloos. 1998. Review of the biogeography of the genus *Artemia* (Crustacea, Anostraca). J. of Biogeography 25:213-226.

Watanabe, T., T. Arakawa, C. Kitajima, K.Fukusho, S. Fujita. 1978. Nutritional quality of living feed from the viewpoint of essential fatty acids for fish. Bull. Jap. Soc. Scient. Fish. 44:1223-1227.

Williams, G.C. 1966. Adaptation and natural selection. Princeton Univ. Press, Princeton. 307 pp.

Zúñiga, O., R. Wilson, R. Ramos, E. Retamales y L. Tapia. 1994. Ecología de *Artemia franciscana* en Laguna Cejas, Salar de Atacama (Chile). Estud. Oceanol. 13:71-84.

MORFOLOGIA DE LAS PARTES DURAS EN LA GENITALIA DE LA HEMBRA DE *NOTIOTHAUMA REEDI* MACLACHLAN (MECOPTERA-EOMEROPIDAE)

Morphology of the hard parts of the female genitalia of *Notiothauma reedi* MacLachlan (Mecoptera-Eomeropidae)

JORGE N. ARTIGAS*

RESUMEN

Se estudian las estructuras genitales de la hembra de *Notiothauma reedi* MacLachlan, incluidas las partes quitinizadas de la espermateca, la que se muestra por primera vez. Se observa que estas estructuras son similares en los Asilidae, lo que refuerza las hipótesis de Willmann, 1989, de Mickoleit, 1971b y Whiting *et al.*, 1997, sobre las homologías y relaciones filogenéticas entre Diptera y Mecoptera.

ABSTRACT

The female genital structures of *Nothiothauma reedi* MacLachlan, included the hard parts of the spermatheca, shown for the first time, are studied. The structures of the spermatheca are found to be similar to the correspondent of the Asilidae, strengthing the hipothesis of Willmann, 1989, Mickoleit, 1971b and Whiting, *et al.*, 1997, concerning homologies and philogenetic relationships between Diptera and Mecoptera.

KEYWORDS: *Notiothauma reedi* MacLachan. Morphology. Female genitalia. Spermatheca. Homology. Diptera. Mecoptera.

INTRODUCCION

Notiothauma reedi MacLachlan, es la única especie del género de la familia Eomeropidae (sin. Notiothaumidae), considerada "una rareza y un insecto de gran interés" (Byers, 1965). El material original llegó al Museo Británico en 1877, enviado por Edwyn C. Reed, junto a otros neurópteros chilenos colectados "en los alrededores de Santiago y Valparaíso". En el Museo Británico, los ejemplares fueron estudiados por MacLachlan que reconoció la nueva especie, en un ejemplar "mutilado por la polilla" (Reed, 1928), como perteneciente a la familia Panorpidae. Al término de su descripción acota: "su aspecto anterior y en especial el color y textura de las alas, hacen que en el primer momento se crea que es un ortóptero y la posición de las alas en reposo semeja algo parecido a *Termes,* si no se considera el abdomen delgado. Lo único que lo relaciona con los Panorpa (prescindiendo de la cabeza), es que tiene los dos apéndices divergentes en el ápice del abdomen como en las hembras de ese género".

*Facultad de Ciencias Biológicas y Recursos Naturales, Departamento de Zoología, Universidad de Concepción, Casilla 160-C, Concepción, Chile.

Los ejemplares de esta especie fueron muy escasos en las colecciones hasta mediados de 1960. A. Wetmore, del Museo Nacional de Washington, en carta a E.P. Reed, aclara que sólo se conocen 3 ejemplares, siendo uno de ellos el tipo de 1877 (Reed, 1928). Es necesario recordar que el ejemplar tipo, al momento de su descripción, estaba muy dañado: "Cabeza y pronotum casi completamente destruídos" (MacLachlan, 1877). Posteriormente, Losberg en Valdivia (Chile, 39-48/73-14), colecta una hembra que envía al Museo de Hamburgo, y Longino Navas en España, recibe un ejemplar enviado por C.E. Porter. A esa fecha, E.P. Reed poseía varios ejemplares colectados por su padre y que habían pertenecido a la colección de P. Herbst. De éstos, Reed envía a G. C. Crampton del Massachusset College (Amherst-USA), varios ejemplares para que efectúe estudios morfológicos detallados (Jaffuel, 1929).

Entre los años 1955 y 1960, el autor colectó once ejemplares en Concepción (Chile, 36-47/73-04), todos recuperados de entre el barro escurrido después de fuerte lluvia, sobre una vereda aledaña al cerro Caracol. De este material, envió tres en donación al Museo de Washington y los 8 restantes quedaron en el Museo de Zoología de la Universidad de Concepción (UCCC), constituyendo entonces el mayor lote conocido hasta la fecha. Más adelante, en 1963, Luis Peña Guzmán, encontró que se les podía colectar usando, durante la noche, cebos de avena machacada (Pucatrihue-Osorno, Chile, 40-27/73-43) (Peña, 1968: 43-44). A partir de ese hecho, el material disponible para estudio fue suficiente. De los 9 ejemplares colectados por Peña en 1963, 4 fueron entregados a G.W. Byers para su estudio (Byers, 1965). Posteriormente, en 1988-89, fueron colectados varios ejemplares en el camino de subida al cerro Ñielol (Temuco-Chile, 38-41/72-35), aplastados por las ruedas de los vehículos.

Hasta el momento, las publicaciones sobre la especie, se han concentrado en: Taxonomía: MacLachlan, 1877 (descripción original); Reed, 1928; Jaffuel, 1929 y, Byers, 1965; Biología, colecta, distribución y generalidades: Porter, 1929b, Peña, 1968 y Rebolledo *et al.*, 1990, Remington, 1968; Monografías: Esben-Petersen, 1921; Morfológicos: Crampton, 1930 y Mickoleit 1971a-b. A partir de 1968 con el trabajo de Remington, se inicia la inclusión de *N. reedi* en trabajos de filogenia, que se continúan con los trabajos de Willmann de 1981 y 1989.

La publicación de mayor envergadura dedicada exclusivamente a *Notiothauma reedi* es la de Mickoleit, 1971b. En 44 páginas con 17 figuras, expone un completo estudio morfológico (débil en genitalia de la hembra), donde resuelve previas confusiones nomenclatoriales sobre escleritos y estructuras, especialmente de la venación alar. Plantea el tema de la similitud entre las morfologías homólogas de estructuras genitales masculinas de Diptera y Mecoptera. Comprobar si ello se cumple también en las estructuras genitales de las hembras, específicamente de la espermateca, es parte de los objetivos de este trabajo.

El autor ha efectuado desde 1971 estudios en espermatecas de Asiloidea que le han permitido abordar el presente trabajo, en el cual se estudian por primera vez las estructuras quitinizadas de la espermateca de *N. reedi* y las estructuras perigenitales de la hembra, como un aporte al conocimiento de la morfología de la especie (complemento de Mickoleit, 1971b) y a la interpretación de posibles homologías y relaciones filogenéticas entre Diptera y Mecoptera.

METODOS

Las estructuras esclerosadas de la espermateca fueron disectadas después de aclarar el abdomen en NaOH 12%. Las disecciones se efectuaron en cápsula Siracussa con glicerina, bajo lupa de 30 aumentos. Las figuras fueron hechas con cámara clara y luego perfeccionadas mediante la observación, a mayor aumento, con preparaciones microscópicas y de espermatecas completas mantenidas en glicerina. Las fotos al M.E.B. fueron tomadas de muestras preparadas en el Laboratorio de Microscopía Electrónica de la Universidad de Concepción, mediante secado de punto crítico, metalización y tomas de 800x a 20.000x. Las piezas han quedado guardadas en preparaciones microscópicas permanentes y en tubos de genitalia, adjuntos al propio ejemplar, en el Museo de Zoología de la Universidad de Concepción (UCCC).

GENITALIA DE LA HEMBRA

La terminalia de la hembra (Figs. 1-3), se inicia con un adelgazamiento del abdomen a partir del VIII segmento, en el cual, el correspondiente esternito está dividido en dos placas bien separadas, contrastando con la gran placa esternal del VII segmento. Los esternitos IX y X están igualmente

separados en dos placas. En el pleurite IX está el espiráculo correspondiente, que es el último del abdomen. En el extremo inferior del esternito X, está el orificio del ovipositor, el que en el ejemplar estudiado se expresa exteriormente en la forma de un tubo externo o manga quitinosa transparente (Fig. 4). Sobre el ano está la placa genital, inmediatamente después de los valvi. El tergito X es completo como un anillo y en la parte dorsal presenta un cono elevado con dos espinas divergentes. A continuación está el tergite XI o cercifer, desde el cual se extienden los dos cercos de tres segmentos, los dos distantes más largos; el primero presenta abundantes trichobotrias. En la base del tergito XI está el orificio anal. La placa genital (Figs. 6 y 7), tiene forma de un anillo con una quilla que baja de la pared dorsal, la que en su borde distal lleva el término del ducto de la espermateca (Fig. 7). Desde ese punto distal posterior del aparato genital interno, se extiende hacia adentro (anterior), hasta el espacio entre los segmentos V y VI, la espermateca y las glándulas accesorias. La espermateca tiene un ducto único, simple, hasta el segmento VII, donde se expande bruscamente para formar una gran cápsula (Figs. 5 y 8). Por el centro del ducto hay un elemento delgado, más oscuro y duro, que termina en la entrada de la cápsula. Las glándulas accesorias se unen en un ducto común a la altura del segmento VIII, para desembocar en la placa genital.

La espermateca

La estructura de la espermateca que queda luego de tratar el abdomen en Na OH, está formada por un ducto que termina en la abertura genital. Este ducto aumenta paulatinamente su diámetro a medida que se aproxima a la cápsula. En todo el trayecto está provisto de abundantes canalículos que portan una cabezuela en su extremo distal y, conectados al lumen del ducto en su base. La densidad y longitud de los canalículos se observa en las Figs. 9 y 10. Según estudios efectuados en espermatecas de Diptera (Asilidae) (Artigas y Reyes, 1975), tanto el ducto de la espermateca como la cápsula misma, estan cubiertos por una gruesa capa de tejido glandular, y los canalículos se introducen en este tejido, aparentemente para recojer mediante la cabezuela cribada, los productos glandulares y llevarlos directamente al lumen del ducto, donde permite la conservación de los espermios. La cápsula de la espemateca tiene forma de un cuerpo globoso alargado, cuatro veces más largo que ancho. En su superficie (después de NA OH), posee, dispersos en toda su superficie, elementos agudos y cortos en forma de espinas. Las Figs. 11 a 14, muestran canalículos del ducto capsular en diversos aumentos por medio del microscopio electrónico. La Fig. 15 corresponde a la cabezuela de un canalículo de *N. reedi*, y la de la Fig. 16 a la estructura homóloga en un asílido (*Stizolestes nigriventris* (Philippi)).

DISCUSION Y CONCLUSION

Estas observaciones de la genitalia de la hembra, complementan el trabajo morfológico y nomenclaturial de Mickoleit, 1971b, efectuado sobre el macho de la especie.

Mickoleit, 1971a, encuentra similitudes entre las mandíbulas y los labios de los Mecoptera y Diptera, que considera verdaderas sinapomorfías. El clipeolabro de los Mecoptera y Diptera le sugieren que hay un grupo hermano entre ambos, y propone que la estructura de la bomba espermática de *N. reedi* corresponde al plan básico primitivo entre las diferentes familias de Mecoptera. Finalmente concluye que la bomba espermática de Diptera y Mecoptera, si bien difieren en detalles esenciales, ambas estructuras se han desarrollado sobre la base de estructuras homólogas. Por su parte Willmann, 1981 y 1989, basado en estudios de venación alar, observa la similitud entre Diptera y Mecoptera. Whiting, *et al.*, 1997, demuestra la proximidad filogenética de los órdenes de Antliophora: Mecoptera, Siphonaptera, Diptera y Strepsiptera, inferida del estudio de 18S y 28S sequencias de DNA ribosomal y morfología.

En el presente trabajo se observa similitud entre las espermatecas de los dípteros asílidos y la de *N. reedi*. En esta especie hay un solo elemento, mientras que en Asilidae hay dos o tres, pero fuera de esa diferencia, la similitud morfológica es apreciable, especialmente en los canalículos, como se observa en las Figs. 15 de *N. reedi* y 16 de Asilidae (*Stizolestes nigriventris* (Philippi)).

Estas similitudes, aportan nuevos antecedentes para postular la proximidad filogenética de Diptera y Mecoptera.

BIBLIOGRAFIA

Artigas, J.N. & E. Reyes. 1975. Aparato reproductor de las hembras de tres especies de asílidos chilenos; con énfasis especial en la estructura de las spermathecae (Diptera-Asilidae). Bol. Soc. Biol. Concepción, Tomo XLIV: 195-205.

Bitsch, J. 1979. Morphologie abdominale des insectes. 291-578. *In*: P.-P. Grassé (Edit.). Traité de Zoologie. Anatomie, systématique, biologie. Tome VIII. Insectes: Thorax, abdomen. Fascicule II. Masson et Cie.

Boudreaux, H.B. 1979. Arthropod Phylogeny, with special reference to insects. A Wiley Interscience Publ. 320 pp.

Byers, G.W. 1965. New and uncommon neotropical Mecoptera. Journal of the Kansas Entomological Society, 38 (2): 135-144.

Byers, G.W. 1989. The Nannochoristidae of South America (Mecoptera). The University of Kansas Science Bulletin, 54 (2): 25-34.

Chau, H.C.-S. & G.W. Byers. 1978. The Mecoptera of Indonesia: Genus *Neopanorpa*. The University of Kansas Science Bulletin, 51 (11): 341-405.

Crampton, G.C. 1923. The genitalia of male Diptera and Mecoptera, compared with those of related insects, from the standpoint of phylogeny. Trans. Amer. Ent. Soc., XLVIII (832): 207-225, , pl. VIII-X.

Crampton, G.C. 1930. The wings of the remarkable archaic Mecopteron *Notiothauma reedi* McLachlan with remarks on their protoblattoid affinities. Psyche, XXXVII (1): 83-103.

Esben-Petersen, P. 1921. Mecoptera. Monographic revision. Coll. Zool. Baron Ed. de Selys-Longchamps 5 (2): 1-192. Bruxelles.

Forbes, W.T.M. 1924. The occurrence of Nygmata in the wings of Insecta Holometabola. Entomological News, XXXV: 230-232.

Jaffuel, F. 1929. Contribución al estudio de los Mecópteros. Revista Chilena de Historia Natural, XXXIII: 537-549.

Mickoleit, G. 1971a. Zur phylogenetischen und funktionellen Bedeutung der sogenannten Notalorgane der Mecoptera (Insecta, Mecoptera). Z. Morph. Tiere 69: 1-8

Mickoleit, G. 1971b. Das Exoskelet von *Notiothauma reedi* MacLachlan, ein Beitrag zur Morphologie und Phylogenie der Mecoptera (Insecta). Z. Morph. Tiere 69: 318-362.

MacLachlan, R. 1877. On *Notiothauma reedi*, a remarkable new genus and species of Neuroptera from Chili, pertaining to the family Panorpidae. Trans. Ent. Soc. Part IV: 427-430 (pl. X).

Navas, L. 1926. Insectos Neotrópicos. 2a. Serie. Revista Chilena Historia Natural, XXX: 326-336.

Navas, L. 1928. Insectos Neotrópicos. 4a. Serie. Revista Chilena Historia Natural, XXXII: 106-128.

Peña, L.E. 1968. Natural history notes on *Notiothauma*. Discovery, 4(1): 43-44.

Porter, C.E. 1929a. Ejemplares del más raro de los Mecópteros chilenos. Revista Chilena Historia Natural, XXXIII: 640-641.

Porter, C.E. 1929b. Nueva localidad de un Mecóptero chileno. Revista Chilena de Historia Natural, XXXII: 288

Rebolledo, R., L. Alda, M. Gutiérrez & B. Guiñez. 1990. Antecedentes biológicos de *Notiothauma reedi* MacLachlan (Mecoptera: Eomeropidae) en el Monumento Natural Cerro Ñielol (Temuco, Chile). Rev. Chilena Ent., 18: 25-28.

Reed, E.P. 1928. Sobre *Notiothauma Reedi*, M'Lachlan. Revista Chilena Historia Natural, XXXII: 310-313.

Remington, CH.L. 1968. A rare and primitive winged insect from Chile. Discovery 4(1): 37-42.

Rust, M.K. & G.W. Byers. 1976. The Mecoptera of India and adjacent regions. The University of Kansas Science Bulletin, 51 (2): 19-90.

Theodor, O. 1976. On the structure of the spermathecae and aedeagus in the Asilidae and their importance in the systematics of the family. The Israel Academy of Sciences and Humanities. 175 pp.

Tjeder, B. 1956. Mecoptera. South African Animal Life. Results of the Lund University Expedition in 1950-1951, vol. 3: 344-390.

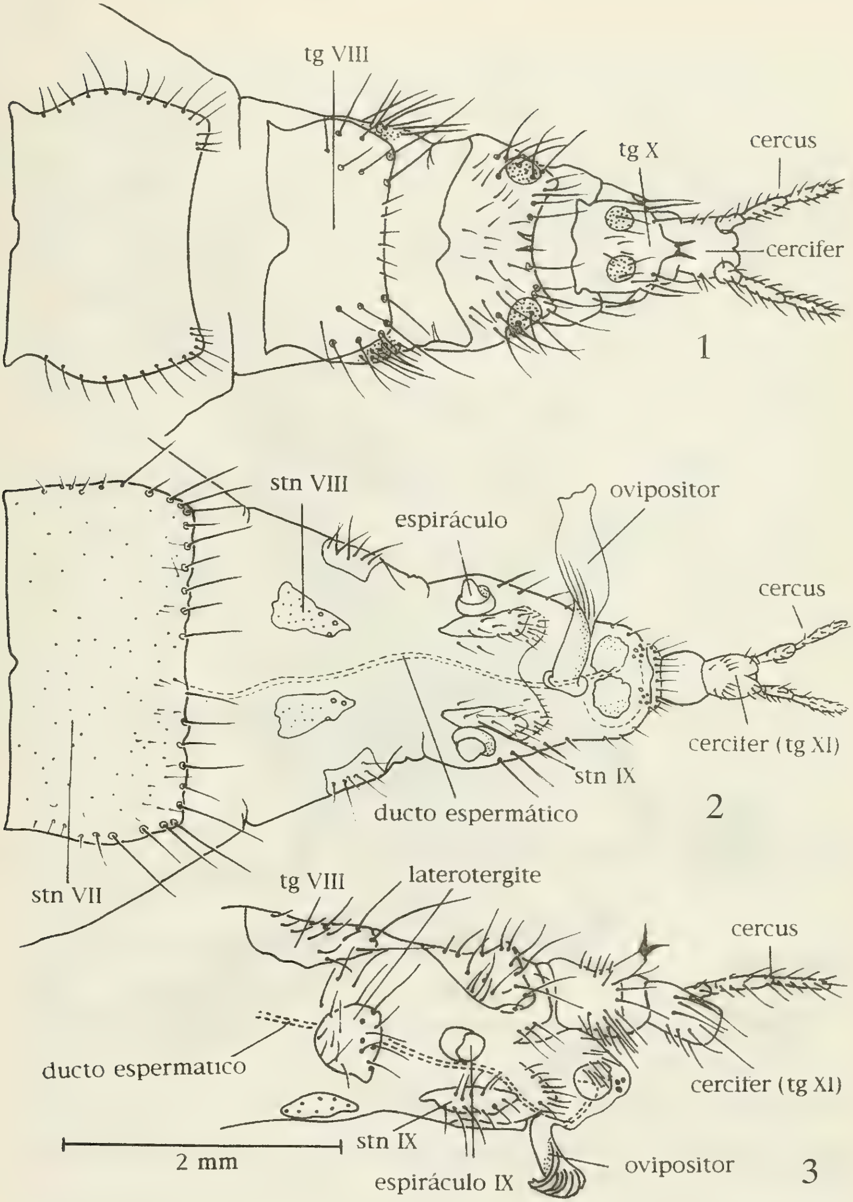
Tjeder, B. 1970. Mecoptera. *In*: Tuxen, S.L. Taxonomist's glossary of genitalia in Insects, p. 84-88. E. Munksgaard, Copenhagen.

Webb, D.W., N.D. Penny & J.C. Marlin. 1975. The Mecoptera, or Scorpionflies, of Illinois. Illinois Natural History Survey Bulletin, 31 (7): 251-316.

Whiting, M.F., J.C. Carpenter, Q.D. Wheeler & W.C. Wheeler. 1997. The Strepsiptera problem: Phylogeny of the holometabolous insect orders inferred from 18S and 28S ribosomal DNA sequences and morphology. Syst. Biol. 46(1): 1-68.

Willmann, R. 1981. Phylogenie und Verbreitungsgeschichte des Eomeropidae (Insecta: Mecoptera) Ein Beispiel für die Anwendung der phylogenetischen Systematik in der Paläontologie. Paläont. Z., 55 (1): 31-49.

Willmann, R. 1989. Evolution und Phylogenetisches System der Mecoptera (Insecta: Holometabola). Abh. senckenberg. naturforsch. Ges. 544: 1-153.



FIGURAS 1-3. Terminalia de la hembra de *Notiothauma reedi* MacLachlan, luego de ser aclarada en NaOH 12%: 1, vista dorsal; 2, vista ventral; 3, vista lateral (ovipositor prolapsado consecuencia del aclaramiento por NaOH).

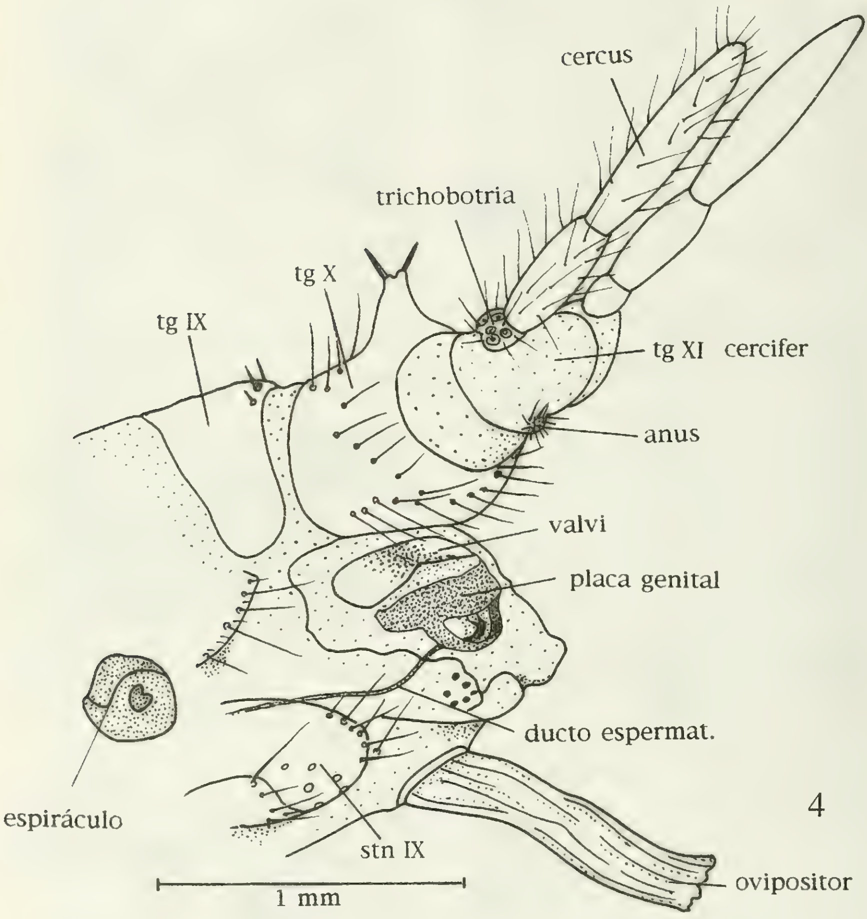
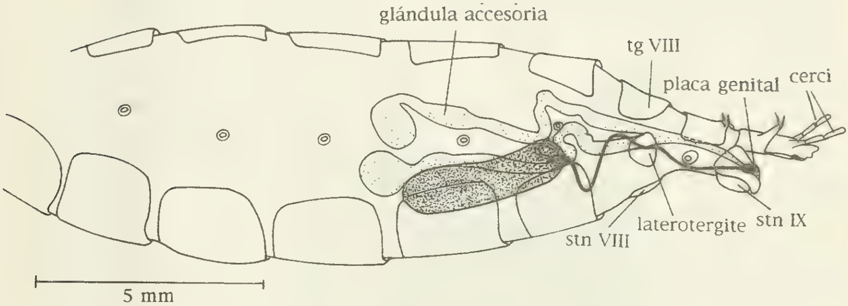


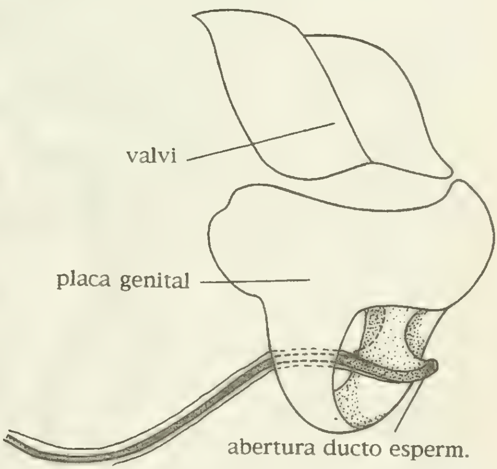
FIGURA 4. Término del abdomen de la hembra de *Notiothauma reedi* MacLachlan en perspectiva luego de aclarado en NaOH. Ovipositor prolapsado consecuencia del aclaramiento en NaOH.



5



6



7

FIGURAS 5-7. Abdomen y detalles de *Notiothauma reedi* MacLachlan: 5, diagrama del abdomen en vista lateral, muestra localización de espermateca y glándulas accesorias; 6, placa genital en vista dorsal; 7, placa genital en perspectiva con término del ducto de la espermateca y orificio externo de éste.

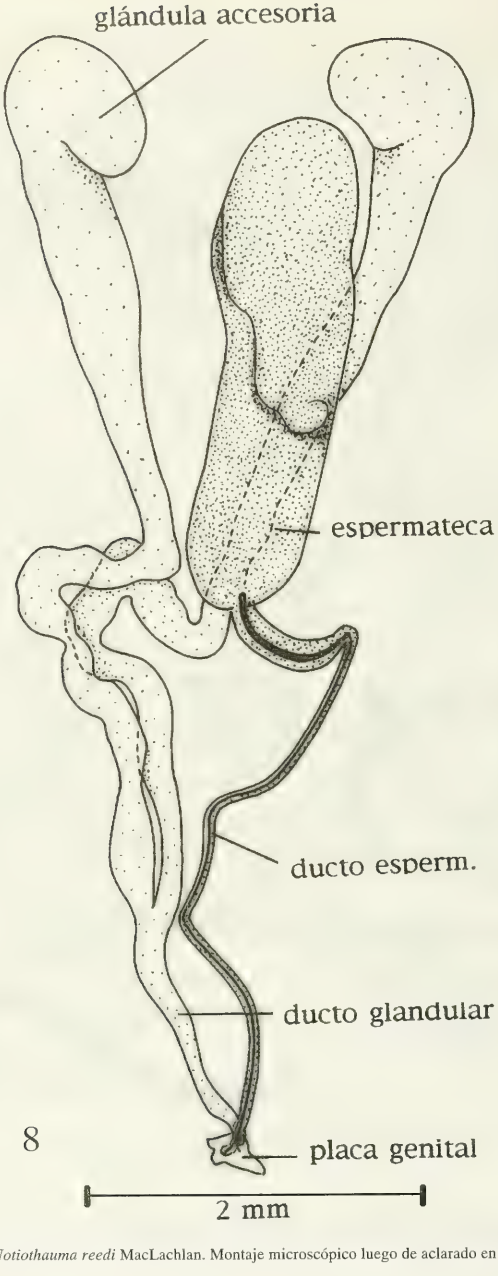
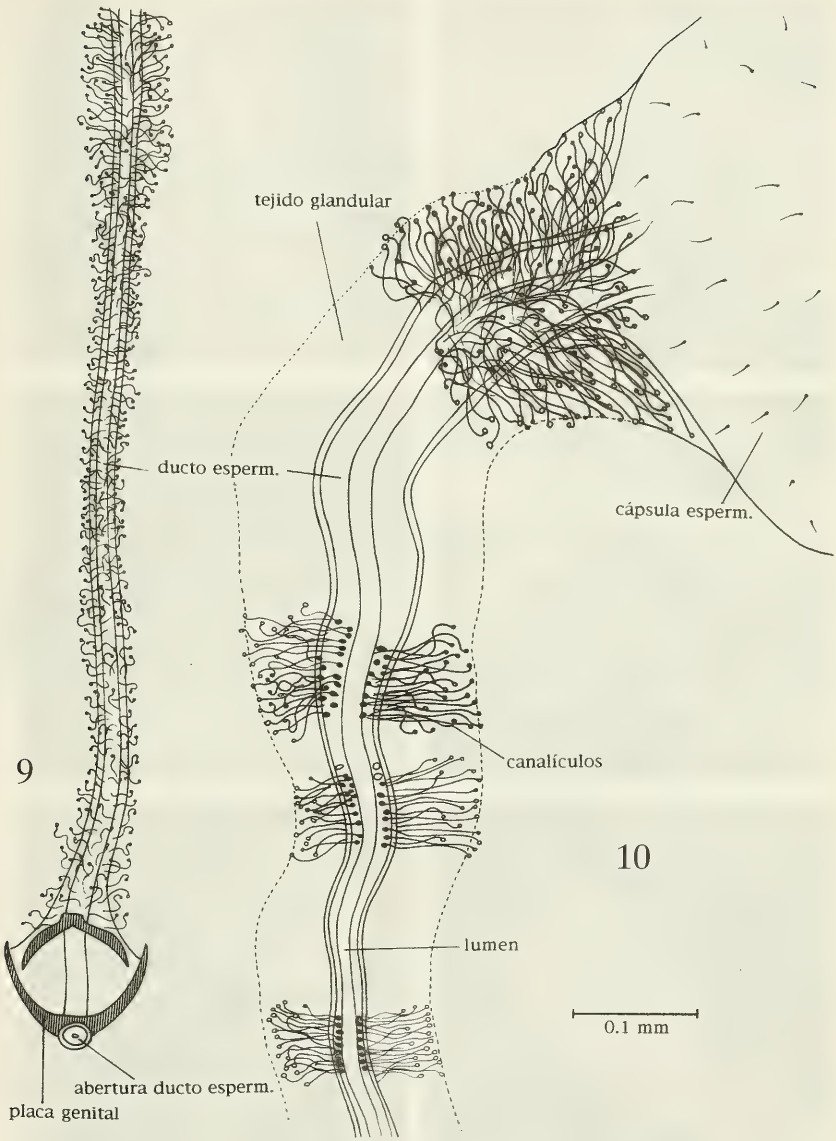
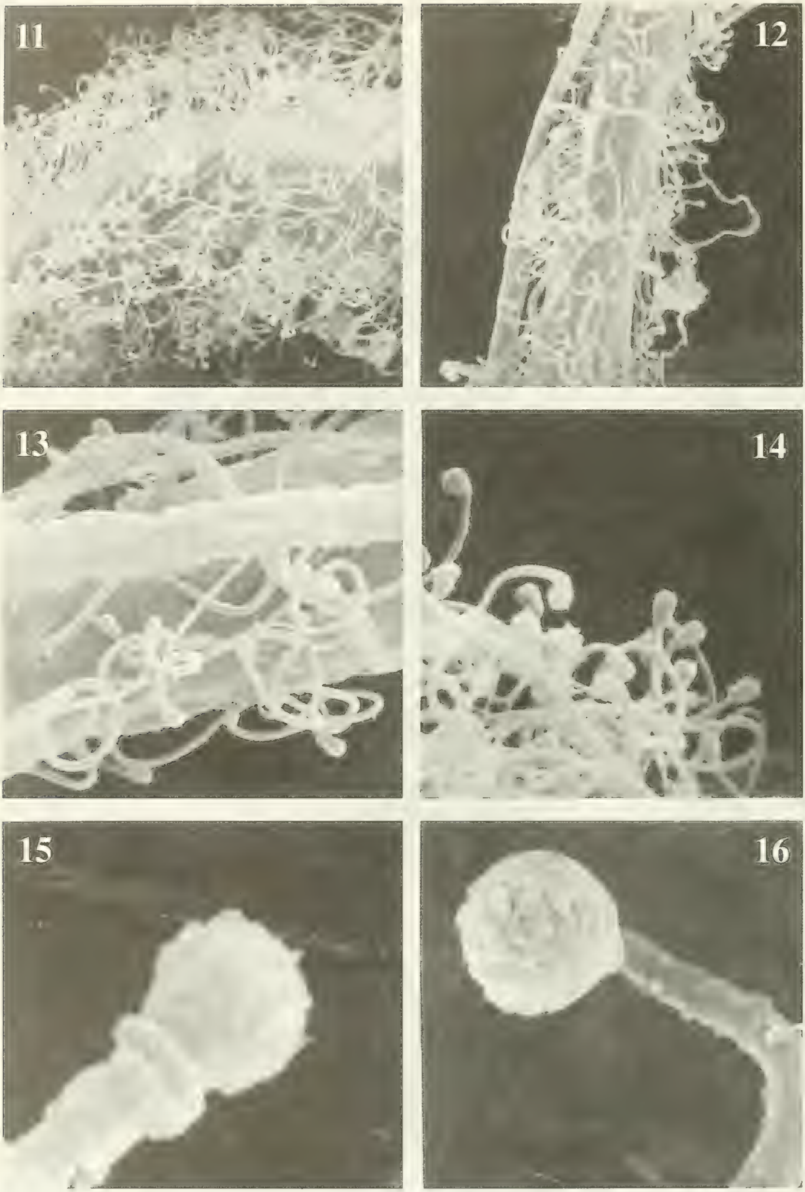


FIGURA 8. Espermateca de *Notiothauma reedi* MacLachlan. Montaje microscópico luego de aclarado en NaOH y disección.



FIGURAS 9-10. Detalle microscópico del ducto capsular de la espermateca de *Notiothauma reedi* MacLachlan, luego de aclarado y montado en glicerina: 9, parte posterior del ducto capsular y conexión con la placa genital; 10, base de la cápsula de la espermateca e inicio del ducto capsular (ducto espermático). En ambas figuras se observan los canalículos unidos al lumen del ducto y las cabezuelas apicales.



Figuras 11-16. Vistas al Microscopio Electrónico del ducto capsular (ducto espermático) de la espermateca de *Notiothauma reedi* MacLachlan con aumento de 800x - 20.000x: 11, ducto y canalículos 800x; 12, ducto y canalículos 1000x; 13, ducto y canalículos 2.500x; 14, canalículo 2.500x; 15, detalle de la cabezuela de un canalículo 20.000x; 16. Detalle de un canalículo de un ducto capsular de un Asilidae, y su cabezuela correspondiente (*Stizolestes nigriventris* (Philippi)) 20.000x.

Bol. Soc. Biol. Concepción, Chile. Tomo 70, 1999, pp. 55-59, 1999

EL GENERO *CRISIDIA* MILNE-EDWARDS 1838 (BRYOZOA CYCLOSTOMATIDA) EN AGUAS ANTARTICAS CON LA DESCRIPCION DE UNA ESPECIE NUEVA

The genus *Crisidia* Milne-Edwards 1838 (Bryozoa Cyclostomatida) in Antarctic waters and the description of a new species

HUGO I. MOYANO G.*

RESUMEN

Se describe una especie nueva del género *Crisidia* Milne-Edwards 1838 (Bryozoa Cyclostomatida) proveniente de la Bahía South, Península Antártica. *C. delicatissima* sp. n. se diferencia de *C. cornuta* Linné 1758 y de *C. orientalis* Kluge 1962 por poseer internodos fértiles con dos zooides en vez de uno y tres de los de esas especies respectivamente,

ABSTRACT

A new species of the genus *Crisidia* Milne-Edwards 1838 (Bryozoa Cyclostomatida) collected in South bay, Antarctic Peninsula, is described. *C. delicatissima* sp. n. differs from *C. cornuta* Linné 1758 and *C. orientalis* Kluge 1962 in having fertile internodes with two zooids instead of one and three zooids of internodes in those species respectively.

KEYWORDS: Bryozoa Cyclostomatida: Crisiidae. *Crisidia*. New species.

INTRODUCCION

De los briozoos marinos presentes en agua chilenas, los ciclostomados representan el segundo grupo en importancia después de los queilostomados: con 80 spp. y 369 spp. respectivamente (Moyano, 1995). Estos aparecían como particularmente importantes en el área magallánica (43 spp. = 21,9%) y en la Península Antártica (30 spp. = 14,8%) según los trabajos clásicos de Borg, 1944 y Androsova, 1968. Sin embargo, trabajos posteriores han demostrado que los briozoos ciclostomados presentan proporciones más importantes en las islas oceánicas chilenas con 13 especies (30,2%) en el archipiélago de Juan Fernández y 12 especies (33,3%) en la isla de Pascua (Moyano 1991a). Igualmente de 30 especies de briozoos del talud continental centro-norte chileno, 7 (23,3%) son ciclostomados con un altísimo grado de endemismo a nivel genérico y específico (Moyano 1991b). Recientemente los antárticos han aumentado levemente con la descripción de tres especies nuevas de los géneros *Idmidronea* y *Exidmonea* (Ostrovsky y Taylor 1996).

La mayor fuente de información sobre los briozoos ciclostomados antárticos y subantárticos corresponde a los resultados de la Expedición Antártica Sueca de 1901-1903 publicados por Folke Borg en 1944. Ahí se describen e ilustran con bastante detalle 14 familias, 20 géneros y 63 especies, de los que 4 familias, 6 géneros y 34 especies se tratan como nuevos para la ciencia. Esta informa-

*Departamento de Zoología Universidad de Concepción, Casilla 160-C, Concepción, Chile.

ción se complementa con el resumen que da Androsova (1968) de todos los briozoos ciclostomados antárticos y subantárticos donde se consignan más de 110 especies.

Dentro de los briozoos ciclostomados, la familia Crisiidae constituye un grupo especializado de formas caracterizadas por tener tallos y ramas articulados. Cada uno de ellos puede estar formado por uno a más de 10 zooides separados de los restantes por nodos flexibles cilíndricos de color negro. Borg (1944) señala 9 especies antárticas de los géneros *Filicrisia* (1), *Bicrisia* (2) y *Crisia* (6) y Androsova (1968) indica los mismos géneros con 15 especies debido a que incluye otras 6 más del género *Crisia* provenientes de áreas subantárticas.

En muestras de *Nematolustra flagellata* obtenidas en la bahía South en el verano de 1999 durante el desarrollo del proyecto INACH 005-97 aparecieron como epibiontes de sus partes basales algunos ejemplares maduros con gonozooides completamente desarrollados pertenecientes al género *Crisidia* no señalado hasta ahora para aguas antárticas. Por lo tanto el objetivo principal de este trabajo es dar a conocer este hallazgo que corresponde a una nueva especie diferente de las dos boreales previamente conocidas.

MATERIALES Y METODOS

Las muestras estudiadas fueron obtenidas mediante buceo autónomo entre 20 y 30 m de profundidad en Bahía Sur, isla Doumer (64°52'24''S; 63°36'00''W) en enero de 1999 durante el desarrollo del Proyecto INACH 005-97 del Instituto Antártico. Los especímenes fueron colocados en bandejas profundas con agua de mar corriente y situadas a la intemperie. Las muestras fueron inicialmente observadas mediante una lupa binocular lográndose una identificación preliminar de terreno. Seguidamente se confirmó su identidad siguiendo principalmente a Borg 1926, 1944, Osburn 1953 y Kluge 1962. Con posterioridad, los especímenes fueron fijados en alcohol de 70% para su ulterior estudio en la Universidad de Concepción. Los ilustraciones se han obtenido a) copiando un ejemplar con cámara clara (Fig. A) o dibujándo aproximádamente dos gonozooides (Figs. B y C) para poder ver el patrón de yemación y la posición del gonozooide. El material tipo se deposita en las colecciones científicas del Departamento de Zoología de la Universidad de Concepción (UCCC).

RESULTADOS

Familia CRISIIDAE Johnston 1838
Género *Crisidia* Milne-Edwards 1838.

Diagnosis: Zoarios pequeños, delicados, ramificados y articulados. Internodos compuestos de un sólo autozooide del que yema el siguiente internodo y frecuentemente en sentido opuesto un quenozooide espiniforme también articulado. Internodos fértiles con 1 a 3 zooides siendo el gonozooide el primero o el segundo. Gonozooide piriforme, alargado, libre en su mitad distal, con oeciostoma subterminal.

Genotipo: *Sertularia cornuta* Linné 1758.

Crisidia delicatissima sp. n.
Figs. A, B, C.

Diagnosis: *Crisidia* con internodos fértiles formados por dos zooides siendo el gonozooide cualquiera de los dos.

Etimología: Del superlativo del vocablo latino *delicatus, a, um* que significa delicado, fino, elegante aludiendo a esta evidente condición de los zoarios.

Descripción: Zoarios delicadísimos, frágiles, blancos, articulados con nodos negruscos, compuestos de zooides tubulares con peristomas moderadamente desarrollados. Zoario adherido por rizoides basales como en otros crisíidos y compuestos de series de quenozooides tubulares segmentados. Internodos infértiles formados por un sólo zooide que yema un nuevo internodo hacia un lado y un quenozooide espiniforme caduco hacia el otro. Este último también es articulado componiéndose de unos tres artículos de los que el último es aguzado. Fuera de éstos, desde la base de la colonia y ocasionalmente también desde las ramas, se originan series de quenozooides cilíndricos rectos o irregularmente sigmoides. Los tallos del zoario resultan de series más o menos alternadas de autozooides infértiles consecutivos, los que al yemar dos internodos opuestos van produciendo las ramificaciones. Internodos fértiles compuestos de dos zooides pudiendo el gonozooide ser el primero o el segundo de ellos: si es el primero, éste puede yemar lateralmente el internodo siguiente, y si es el segundo

aparentemente no yema otros zooides. Gonozooide alargado-piriforme que duplica a los autozooides infértiles en longitud, que se ensancha gradualmente y que finaliza en un oeciostoma subterminal de diámetro menor que el de los autozooides.

Material estudiado: varios trozos zoariales con internodos fértiles obtenidos por buceo autónomo a unos 20 m de profundidad en la bahía South de la isla Doumer, sita entre las islas Wiencke y Anvers junto a la Península Antártica.

Holotipo: UCCC 25607. Una colonia casi completa con un gonozooide y algunos procesos espiniformes incompletos. Esta está parcialmente incrustada por dos colonias de *Harpesia spinosissima* (Calvet 1909), una de ellas formada sólo por la ancéstrula y un autozooide.

Paratipos: UCCC 25608. Varios trozos coloniales con o sin gonozooides. Cuatro de ellos presentan sendos gonozooides, otros incluyen partes de rizoides y quenozooides cilíndricos.

Medidas en mm de estructuras de *Crisidia delicatissima* sp. n.

Medidas	N	Mi	Max	X	DS
Largo autozooide	20	0,750	1,150	0,877	0,145
Ancho autozooide	20	0,100	0,138	0,117	0,013
Largo gonozooide	5	1,500	1,750	1,670	0,115
Ancho gonozooide	5	0,375	0,550	0,440	0,080
Largo de quenozooides cilíndricos	10	0,250	0,750	0,448	0,160
Ancho de quenozooides cilíndricos	10	0,075	0,113	0,093	0,012
Largo de procesos espiniformes	5	0,300	0,625	0,505	0,124
Ancho de procesos espiniformes	5	0,050	0,050	0,050	0,000

DISCUSION

En un principio se pensó que los ejemplares estudiados correspondían a *Filicrisia* sp. *sensu* Borg 1944, pero la presencia de procesos laterales espiniformes en la nueva especie descartaron su pertenencia a *Filicrisia*. Por otra parte el que los internodos de *C. delicatissima* sp. n. siempre tuvieran un solo zooide funcional los apartaban de los 1-6 zooides de los internodos de *Filicrisia sensu* Borg 1944 y Kluge 1962.

De acuerdo a Borg 1926, 1944, Osburn 1953 y Kluge 1962 se conocen sólo dos especies de *Crisidia*: *C. cornuta* Linné 1758 señalada para los mares de Kara y Barents (Artico), Groenlandia, Islandia, del Norte y Mediterráneo (Kluge 1962) y *C. orientalis* descrita por Kluge en 1962 y considerada por él como boreal pacífica. Sin embargo Osburn 1953 señala para la costa californiana a *C. cornuta* lo que no es mencionado por Kluge a pesar de que este autor cita el trabajo de Osburn. La nueva especie a diferencia de las anteriores es del hemisferio sur y probablemente se halle distribuida en torno a todo el continente antártico. Los caracteres que separan a las tres especies de *Crisidia* se hacen evidentes en la siguiente clave:

Clave para las especies del género *Crisidia*

1. Internodo fértil con dos o más zooides 2
   Internodo fértil formado sólo por el gonozooide articulado por su base y que yema lateralmente....*C. cornuta* Linné 1758.

2. Internodo fértil con dos zooides , de los que el gonozooide es el primero o el segundo estando o no articulado por su base y yemando o no lateralmente .... *C. delicatissima* sp. n.
   Internodo fértil con tres zooides, de los que el gonozooide es el segundo .... *C. orientalis* Kluge 1962.

AGRADECIMIENTOS

El autor agradece al Instituto Antártico, que a través del Proyecto INACH 005-97 financió su traslado a la Antártica, a la Fuerza Aérea Chilena y a la Armada de Chile por el transporte del investigador desde Punta Arenas a la Isla Rey Jorge y desde Bahía Fildes a la isla Doumer respectivamente. También se extienden estos agradecimientos a los participantes del proyecto INACH 005-97 encabezado por Juan Cancino de la Universidad Católica de la Santísima Concepción, quienes obtuvieron las muestras aquí estudiadas.

BIBLIOGRAFIA

Androsova, E. I. 1968. Mshanki Otriadov Cyclostomata i Ctenostomata Antarktiki i Subantarktiki. Rezultati Biologicheskij Issledovanii Sovetskoi Antarkticheskij Ekspeditsii (1955-1958) 4: 35-84. Issledovania Fauni Morei VI (XIV) Leningrad.

Borg, F. 1926. Studies on Recent Cyclostomatous Bryozoa. Zool. Bidrag. Uppsala. vol. 10: 181-507.

Borg, F. 1944. The Stenolaematous Bryozoa. Further Zoological Results of the Swedish Antarctic Expedition, 1901-1903. 3(5): 1-276.

Kluge, G. A. 1962. Mshanki Severnikh Morei SSSR. Opredeliteli po Faune SSSR, Izdavaemie Zoologicheskim Institutom Akademii Nauk. 76:1-584.

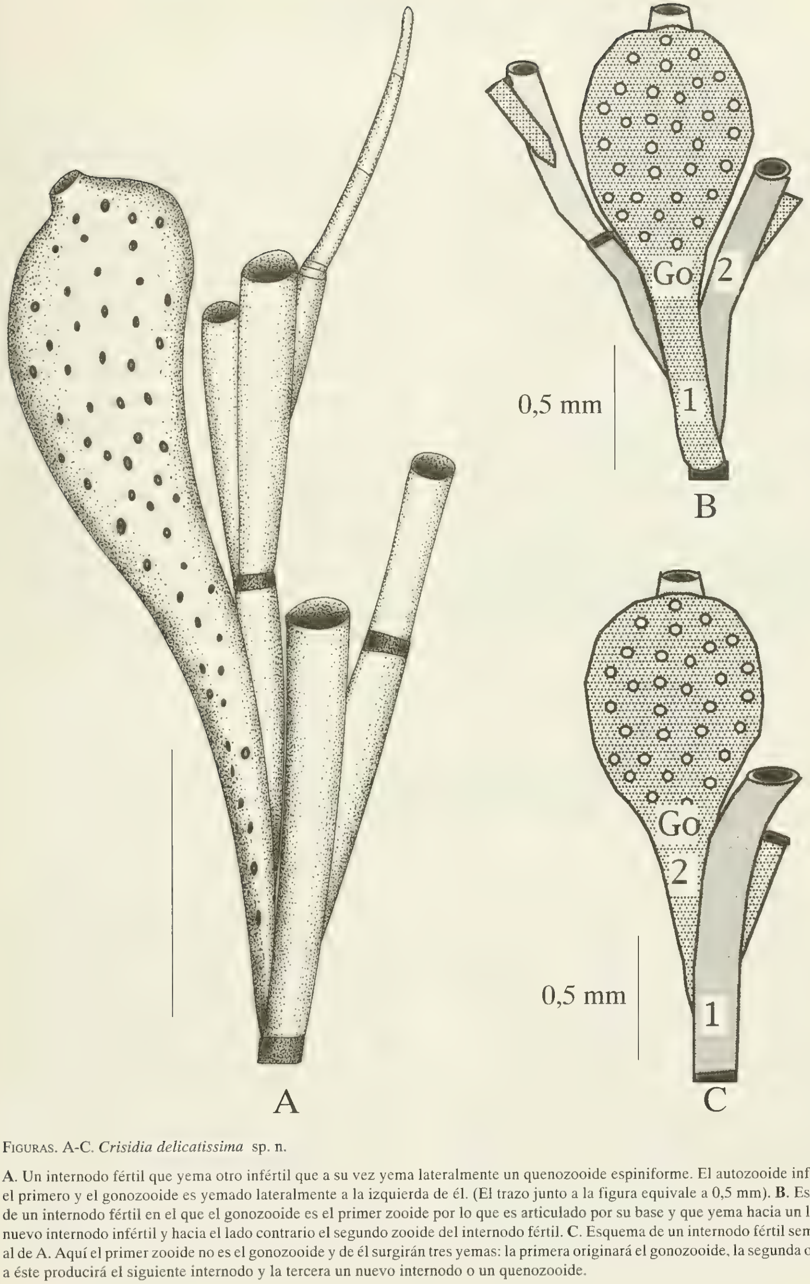
Moyano G., H. I. 1991a. Bryozoa Marinos Chilernos VIII: una síntesis zoogeográfica con consideraciones sistemáticas y la descripción de diez especies y dos géneros nuevos. Gayana Zool. 55 (4) : 305-389.

Moyano G., H. I. 1991b. Bryozoa from deep-waters in Chile: Cyclostomata. In: Bigey F.P. (ed.) Bryozoaires actuels et fossiles : Bryozoa living and fossil. Bull. Soc. Nat. Ouest Fr. Mém. HS 1, Nantes (France):281-290.

Moyano G., H. I. 1995. Bryozoa. In Simonetti J. A. *et al.* (eds.) Diversidad Biológica de Chile. págs.163-173.

Osburn, R. C. 1953. Bryozoa of the Pacific coast of America: Pt III. Cyclostomata, Ctenostomata, Entoprocta and addenda. Allan Hancock Pacific Exped. 14(3):614-841.

Ostrovsky, A. N. y P. D. Taylor. 1996. Systematics of some Antarctic *Idmidronea* and *Exidmonea* (Bryozoa: Cyclostomata). Journal of Natural History, 30:1549-1575.



FIGURAS. A-C. *Crisidia delicatissima* sp. n.

A. Un internodo fértil que yema otro infértil que a su vez yema lateralmente un quenozooide espiniforme. El autozooide infertil es el primero y el gonozooide es yemado lateralmente a la izquierda de él. (El trazo junto a la figura equivale a 0,5 mm). **B**. Esquema de un internodo fértil en el que el gonozooide es el primer zooide por lo que es articulado por su base y que yema hacia un lado un nuevo internodo infértil y hacia el lado contrario el segundo zooide del internodo fértil. **C**. Esquema de un internodo fértil semejante al de A. Aquí el primer zooide no es el gonozooide y de él surgirán tres yemas: la primera originará el gonozooide, la segunda opuesta a éste producirá el siguiente internodo y la tercera un nuevo internodo o un quenozooide.

REGLAMENTO DE PUBLICACION DEL BOLETIN DE LA SOCIEDAD DE BIOLOGIA DE CONCEPCION

El Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción publica trabajos científicos que tengan como base las ciencias biológicas en su sentido más amplio. Esta revista aparece en la forma de uno o más volúmenes al año constituidos por un número variable de trabajos. El idioma oficial de esta publicación es el español, reservándose el editor el derecho de autorizar la publicación en otras lenguas.

Los trabajos publicados deberán ser previamente expuestos en una Sesión de Lectura de la Sociedad de Biología de Concepción, por el Socio interesado o su representante. Las contribuciones son de dos categorías: trabajos propiamente tales y notas científicas. Los trabajos mayores son aquellos cuyo manuscrito tiene una extensión mínima de seis (6) páginas y máxima de treinta (30) páginas tamaño oficio dactilografiadas a espacio y medio. Las notas científicas son trabajos de menos de seis (6) páginas dactilografiadas. En todo caso, el editor decidirá su clasificación.

Los trabajos mayores y las notas se publicarán a dos columnas. Los primeros deberán contar a lo menos con las siguientes partes: Título en el lenguaje original, Título en inglés, Nombre del Autor(es) y Lugar(es) de Trabajo, Resumen, Abstract, Keywords, Introducción, Materiales y Métodos, Resultados, Discusión, Conclusiones, Agradecimientos y Bibliografía. Las notas por su menor extensión podrán no indicar explícitamente algunas de estas partes, aunque siempre deberán llevar Título, Keywords, Bibliografía, Resultados.

Tanto las notas como los trabajos mayores serán enviados a revisión por pares. Los autores recibirán de vuelta los trabajos con las correcciones sugeridas, debiendo ajustar sus manuscritos a esas sugerencias. La aceptación definitiva de un manuscrito dependerá de la evaluación de los pares y de su posterior modificación por parte del autor si así fuere necesario.

Ocasionalmente podrá el Directorio de la Sociedad de Biología de Concepción autorizar la dedicación de un volumen completo a un trabajo de gran envergadura si la calidad e importancia de éste lo justificaren.

Características que deben reunir los manuscritos para ser aceptados por el Editor

1. Ser expuestos previamente en una Reunión de la Sociedad de Biología de Concepción.
2. Cada manuscrito entregado con dos copias carbón o xérox debe ser escrito a espacio y medio, con margen superior a 2 cm, por todos los contornos de la página. Debe incluir las diversas secciones mencionadas más arriba e indicar precisamente dónde deben ir figuras, láminas, tablas, gráficos.
3. Si el trabajo incluye Tablas, éstas deben ir numeradas correlativamente con números romanos, indicando su lugar en el manuscrito. Cada Tabla debe llevar una leyenda apropiada en la parte superior.
4. Las ilustraciones pueden ser dibujos de figuras o gráficos y fotografías. Los primeros deben ser confeccionados con tinta china en papel diamante o papel blanco, grueso y de buena calidad. Deben ser numeradas correlativamente con números arábigos, ser convenientemente aludidas en el texto e indicarse su posición dentro del manuscrito. Las explicaciones de las figuras pueden ser dactilografiadas acompañando a cada figura dentro del texto o ser agrupadas en hojas aparte. Las fotografías deben ser bien contrastadas y en papel brillante.
5. Tanto las fotografías como los dibujos pueden aparecer separadamente en el texto o reunirse en láminas que pueden intercalarse en el texto o agruparse al final del mismo. Para los efectos de reducción de láminas o figuras debe tenerse en cuenta que el tamaño útil máximo de una página impresa es de 21 cm de alto por 15 cm de ancho, con una diagonal de 26 cm. Se recomienda que el tamaño de las láminas entregadas en el original no exceda del

doble de la diagonal indicada más arriba. Si la explicación de las figuras de la lámina va al pie de la misma, el espacio necesario para ello debe considerarse dentro de las medidas indicadas. Al reverso de las figuras, fotografías o láminas debe inscribirse el nombre del trabajo, autor y número que le corresponda.

6. En el manuscrito deben subrayarse con línea continua sólo los nombres científicos de géneros, subgéneros, especies, subespecies, locuciones y diagnosis en latín.

7. No se publicarán palabras con todas las letras mayúsculas en el texto. Esta forma se reservará para títulos, subtítulos, abreviaturas de Instituciones y otros autorizados por el Editor. Los nombres de autores irán con mayúsculas y minúsculas sin subrayar.

8. En el manuscrito se debe indicar con absoluta claridad los títulos y subtítulos (dactilografiados ambos con mayúsculas). Las cabezas de párrafo que sea necesario destacar pueden indicarse imitando negrita si el manuscrito se hace con un procesador de texto o subrayando con línea cortada. La estructura final del manuscrito puede ser alterada respecto del original para acomodarse al estilo del Boletín.

9. La Bibliografía deberá incluir sólo las citas del texto. Estas deberán hacerse en la forma más abreviada posible, v. gr. Gómez (1981: 46), lo que indica autor, año y página; si son varios autores: Gómez *et al.* (1902:107). No debe indicarse en el texto referencias bibliográficas ni aludir a éstas por un número guía como se acostumbra en otras publicaciones. Si un autor tiene más de un trabajo en un mismo año, se les debe distinguir agregando letras consecutivas después del año, v. gr. Gómez (1946a: 49; Pérez, 1958c).

10. La lista de los autores aludidos en el texto debe llamarse Bibliografía. La forma de presentarla se ajustará en lo posible a los siguientes ejemplos:

a. Cita de libros y folletos:

Weisz. G. A. 1966. The Science of Biology. McCraw-Hill Book Co. USA. 879 págs.
Borror, J. D. y D. M. DeLong, 1966. An Introduction to the study of Insects. Holt, Rinehart & Winston. USA. 819 págs.

b. Artículos en revistas:

Androsova, E.I. 1972, Marine Invertebrates from Adelie Land, collected by the XIIth and XVth Antarctic Expeditions. 6, Bryozoa. Théthys suppl. 4: 87-102.

Banta, W. C. 1969. The body wall of the Cheilostomata bryozoa II. Interzoidal Communication Organs. J. Morph. 129 (2): 149-70.

c. Artículos de un autor en un libro de otro autor o editor:

Theodorides, J. 1963. Nématodes: 693-723, *In* Grassé, P.P. y A. Tétry (Eds.) Zoologie I. Encyclopédie de la Pléiade 14. Librairie Gallimard, Paris, 1.242 págs.

11. Los nombres de las revistas botánicas deben abreviarse de acuerdo al B-P-H *(Botanico-Periodicum-Huntianum)*.

12. Si un trabajo, por alguna especial circunstancia, deba ser publicado en forma diferente a las disposiciones anteriores, el autor debe exponer su petición al Director Responsable del Boletín (el Editor).

Costos de Publicación

1. Los socios con sus cuotas sociales al día, que no tengan respaldo de proyectos institucionales y cuyos manuscritos fueren aceptados para publicación en el Boletín, recibirán 50 apartados libres de costos.

2. Los socios con respaldo de proyectos institucionales (universitarios, regionales, nacionales o internacionales) y cuyos manuscritos fueren aceptados para publicación en el Boletín, deberán cancelar US$ 15 por página impresa pagaderos antes de la entrega de los apartados. Cada socio, en este caso, recibirá 50 apartados de su trabajo libres de costo y con franqueo incluido.

3. Los no socios cuyos manuscritos fueren aceptados para publicación en el Boletín deberán cancelar US$ 15 por página impresa pagaderos antes de la entrega de los apartados. Cada autor, en este caso, tendrá derecho a 50 apartados libres de costo cuyo envío dentro del país ascenderá a US$ 5 y fuera del país a US$ 20.

Esta
publicación,
procesada por
Cosmigonon Ediciones,
se terminó de imprimir
en el mes de marzo de 2000
en los talleres de
Impresora Trama
Talcahuano
Chile

SOCIEDAD DE BIOLOGIA DE CONCEPCION–CHILE

Fundada el 30 de abril de 1927, destinada a "fomentar la investigación en las diferentes ramas de las ciencias biológicas y la difusión de los conocimientos de esa ciencia". Sociedad afiliada a la "Societé de Biologie de Paris" desde 1928.

DIRECTORIO FUNDADOR

DIRECTORIO ACTUAL

PUBLICACIONES DE LA SOCIEDAD

–Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción.
–Publicaciones Especiales de la Sociedad de Biología de Concepción.

CANJE

Deseamos establecer canje con todas las publicaciones similares.
We wish to establish exchange with all similar publications.
Wir wünschen den Austausch mit allen ähnlichen Zeitschriften.
On désire établir l'echange avec toutes les publications similaires.

CORRESPONDENCIA

Sociedad de Biología de Concepción
Casilla 4006, Correo 3
CONCEPCION–CHILE

BOLETIN DE LA SOCIEDAD DE BI
DE CONCEPCION - (CHILE
ISSN 0037-850X

VOLUME 70 YEAR 1999

CONTENTS